



*Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología*  
Universidad Nacional Autónoma de México



U N A M

Composición y abundancia de las larvas de peces y camarones que entran por la Boca Santana al sistema estuarino El Carmen-Pajonal-Machona durante los momentos de mayor velocidad de corriente en los flujos de sicigia

## **T E S I S**

Que para obtener el grado académico de

**Maestro en Ciencias**

**(Biología Marina)**

**P r e s e n t a**

**JOSÉ ANTONIO BECERRIL MARTÍNEZ**

DIRECTOR DE TESIS

DR. CÉSAR EDUARDO FLORES COTO

COMITÉ TUTORAL:

DR. LUIS ARTURO SOTO GONZÁLEZ

DR. FERNANDO ÁLVAREZ NOGUERA

DR. XAVIER CHIAPPA CARRARA

DRA. LAURA ELENA SANVICENTE AÑORVE

MÉXICO, D. F. 2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedico esta tesis con todo mi amor y respeto:

A mis **Padres Cenobia y Cecilio** por el gran amor que siempre me han brindado así como el apoyo y estímulo constante con el cual la culminación de este trabajo ha sido posible.

A mis **Hermanos José Luis y Carmen** y a mis sobrinos **Yolanda Itzel**, y **Angel Neri**, por los momentos inolvidables y gran cariño compartido.

A los **M. en C. María del Carmen Maldonado Monroy** y **Enrique Ayala Duval** por el gran cariño, amistad y apoyo que me han proporcionado y en especial por darme a conocer el maravilloso mundo de la comunidad Zooplanctónica.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi mas sincero agradecimiento al Dr. César Flores Coto por la dirección, orientación y asesoría para la realización de la presente tesis, pero sobre todo por su amistad.

Al comité tutorial y jurado de tesis: Dr. Fernando Álvarez Noguera, Dr. Xavier Chiappa Carrara, Dr. Luis Arturo Soto González y Dra. Laura Elena Sanvicente Añorve por su valiosa participación en la revisión crítica y minuciosa de este documento, así como por sus comentarios y sugerencias para mejorarlo y enriquecerlo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca que me fue otorgada para realizar mis estudios de maestría.

Al Comité Académico del Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología por todos los apoyos recibidos.

A todos mis compañeros del laboratorio de Zooplancton del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y de la UAM-Iztapalapa, en especial a: Faustino Zavala, Ma. De la luz Espinosa, Balbina Suárez, Carlos Juárez, Diana García, Jorge Blas y Maribel Ayala, por su gran amistad.

A mis amigos y compañeros: Arturo Sánchez, Miguel Ángel Díaz, Javier Aldeco, Jesús Sánchez e Ignacio Palomar por su amistad y ayuda desinteresada.

Al personal administrativo de la coordinación de posgrado en Ciencias del Mar y Limnología Sra. Norma Suazo, Gabriela Almaraz, Diana Juárez, y Guadalupe Godoy por todo su apoyo y amistad.

A todas las personas que de alguna forma contribuyeron en la realización de esta tesis, gracias.

# ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS .....	
RESUMEN .....	
INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo general .....	6
Objetivos particulares .....	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
Sitio de muestreo.....	7
Plan de muestreo .....	9
Medición de la altura de marea y velocidad de la corriente .....	10
Obtención de muestras .....	11
Análisis de datos .....	14
Prueba de $\chi^2$ para homogeneidad de la densidad de larvas en la columna de agua.	14
RESULTADOS .....	16
Factores físicos .....	16
Temperatura .....	16
Salinidad .....	18
Velocidad de la corriente de marea .....	20
Amplitud de la marea .....	22
Variación estacional de la composición y abundancia de larvas de peces, camarones y especies seleccionadas.....	23
Familia Sciaenidae .....	27
Familias Paralichthyidae y Achiridae.....	30
Familia Penaeidae .....	32
Talla de las especies seleccionadas y su relación con la profundidad de muestreo	33
Variación de la distribución vertical de las larvas de las especies seleccionadas .....	34

<i>Bairdiella chrysoura</i> .....	34
<i>Cynoscion arenarius</i> .....	35
<i>Citharichthys spilopterus</i> .....	38
<i>Achirus lineatus</i> .....	38
<i>Farfantepenaeus duorarum</i> .....	41
<i>Litopenaeus setiferus</i> .....	41
Variación de la densidad de larvas de las especies seleccionadas a través del lapso de muestreo .....	45
<i>Bairdiella chrysoura</i> .....	46
<i>Cynoscion arenarius</i> .....	47
<i>Stellifer lanceolatus</i> .....	48
<i>Citharichthys spilopterus</i> .....	55
<i>Achirus lineatus</i> .....	55
<i>Farfantepenaeus duorarum</i> .....	61
<i>Litopenaeus setiferus</i> .....	61
DISCUSIÓN .....	68
Ciclo de abundancia .....	69
Factores que influyen en el proceso de reclutamiento .....	70
Salinidad y temperatura .....	70
Tallas de ingreso .....	72
Distribución vertical .....	74
Variación de la densidad de larvas de las especies seleccionada a través del lapso de muestreo .....	76
CONCLUSIONES .....	78
LITERATURA CITADA .....	80

## RESUMEN

Se analiza la composición y abundancia de larvas de peces y camarones durante su entrada al sistema estuarino El Carmen-Pajonal-Machona Tabasco a través de la Boca Santana en los momentos de mayor velocidad de corriente de los flujos de marea de sicigia. El período de muestreo abarcó los meses de abril a noviembre. Se tomaron muestras simultáneas a tres niveles: superficie (0.5 m), media agua (3.5 m) y fondo (6.5 m) empleando redes tipo trapecio de 50 cm de diámetro en la boca, 1.5 m de longitud y 505 $\mu$ m de abertura de malla. En total se obtuvieron 101 muestras de plancton; 33 en el nivel 1, 34 en el nivel 2 y 34 en el nivel 3. Se recolectaron un total 48,988 larvas/100 m<sup>3</sup>, 33,231 corresponden a peces y 15,757 a camarones. De las familias registradas se seleccionaron las siguientes: Sciaenidae, Paralichthyidae, Achiridae, Cynoglossidae y Penaeidae para identificar sus especies y analizar la relación de sus densidades de captura con la salinidad, temperatura, nivel de muestreo (superficie, media agua y fondo) y velocidad de corriente. La temperatura y la salinidad registraron estrechos límites de variación, las diferencias entre niveles de colecta y entre lances a lo largo de cada período de muestreo no fueron significativas. Puede establecerse que estos parámetros no juegan un papel determinante en el paso de larvas de peces y camarones a través de la Boca de Santana. El análisis estadístico muestra que el ingreso de las larvas por una determinada profundidad es variable según la especie analizada. La variabilidad mensual de abundancia fue grande dependiendo básicamente de la época de desove. *B. chrysourea*, *C. arenarius*, *C. spilopterus* y *A. lineatus* presentaron sus mayores densidades en fondo y media agua. *F. duorarum* y *L. setiferus* ingresaron indistintamente en la columna de agua, esto es; en algunos meses su mayor densidad la registraron en superficie, otros por media agua y otros en el fondo. Las larvas de las especies analizadas penetraron con la mayor densidad en los primeros lances del muestreo, en tanto hacia el final las densidades fueron considerablemente menores. *L. setiferus* y *F. duorarum* ingresaron en gran número desde el inicio del lapso de alta velocidad, en tanto los peces lo hacen un poco después, pero dentro de la primera mitad del mencionado lapso. Estos hechos deben ser parte de la estrategia de reclutamiento de las especies estuarino-dependientes y estar relacionados con el éxito de su ciclo de vida.

## ABSTRACT

Composition and abundance of fish and shrimp larvae were analyzed during their entrance through the Santana Inlet of the 'El Carmen-Pajonal-Machona' estuarine system, in Tabasco, Mexico during the highest speed flows of the high tide. The sampling period was from April to November. The samples were taken by mean of a three levels Guitart nets system: surface (0.5 m), mean deep-water (3.5 m) and deep-water (6.5 m). Each net had a 50 cm diameter mouth, 1.5 m in length and a mesh of 505 mm. A total number of 101 samples was obtained as follows: 33 from the first level, 34 from the second and 34 from the third. A total number of 48,988 larvae/100 m<sup>3</sup> was caught; which 33,231 belong to fish larvae and 15,757 to shrimp post-larvae. From all the registered families, only five were analyzed (Sciaenidae, Paralichthyidae, Achiridae, Cynoglossidae, and Penaeidae) in order to identify their species and to find the relationship between their densities and the salinity, temperature, sampling level, and current speed. The temperature and salinity showed a narrow variation. Throughout each sampling period, differences between the levels and samplings were not significant; thus, these parameters do not play a determinant role for the fish and shrimp larvae entrance through the Santana Inlet. The statistical analysis showed that the larval entrance of the analyzed species at a given depth is variable. The monthly variation of abundance was high, depending on the spawning season for each species. *Bairdiella chrysoura*, *C. arenarius*, *C. spilopterus* and *A. lineatus* showed high densities in the deepest level and mean deep-water. *F. duorarum* and *L. setiferus* entered indistinctively through the water column, which means that in some months the high densities were registered in surface, in other months, in the mean deep-water and some times in the deepest level. The analyzed larvae species introduced through the inlet with high density values at the beginning of the sampling periods, whilst at the end of the whole sampling period, the densities were the lowest. *L. setiferus* and *F. duorarum* entered in high number since the beginning of the high-speed period. A little bit after, the fish larvae did the same, but within the first half of the mentioned lapse. It is discussed that these facts could be part of the recruitment strategy for the estuarine-dependent species and may be related to their life cycle success.

## INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras se encuentran entre los ecosistemas más productivos del mundo (Whitaker, 1975). Mucha de su producción pesquera de importancia económica se captura ya sea de manera directa a través de las especies que se pescan dentro de ellas mismas, o de forma indirecta por las que se extraen del mar adyacente y que han utilizado las lagunas como áreas de reproducción, crianza y alimentación. De echo la mayoría de especies de peces y crustáceos de importancia comercial son estuarino-dependientes (Carr y Adams, 1973; McHugh, 1975).

En el sur del Golfo de México existe una serie de lagunas costeras y estuarios, en la que destaca la Laguna de Términos, ubicada en su porción sur-occidental; es el sistema estuarino más importante de la zona debido a su gran extensión de 2,500 km<sup>2</sup> (Álvarez-Guillén *et al.*, 1985), alta productividad primaria y diversidad de especies (Day *et al.*, 1982). Existen otros sistemas estuarino-lagunares que también son importantes, como el denominado El Carmen-Pajonal-Machona objeto de este estudio. Este sistema es el más grande del estado de Tabasco y se encuentra separado del Golfo de México por una barrera litoral de 35 km de longitud y de 300 a 1,000 m de ancho (Gutiérrez-Estrada y Galaviz-Solís, 1983).

Entre las especies de mayor importancia pesquera presentes en este sistema se encuentran el camarón blanco *Litopenaeus setiferus*, el róbalo *Centropomus spp.* y el ostión *Crassostrea virginica* (Castro-Aguirre, 1986). De 1966 a 1980 se ha estudiado la comunidad íctica y se han registrado de 45 a 62 especies en esta laguna, de las cuales más del 50% soportan la pesquería anual (Reséndez-Medina 1979, 1980). Granados-Berber y Mora (1987) registraron un total de 54 especies de peces; posteriormente, Salvadores-Baledón y Reséndez-Medina (1990) registraron un total de 61 especies para los periodos

1977-1979 y 1986-1988 donde enlistaron 19 especies diferentes de un período de estudio al otro.

La mayoría de las especies estuarino-dependientes de importancia económica en el Golfo de México incluyen a las familias de peces (Centropomidae, Sciaenidae, Paralichthyidae, Clupeidae) y camarones (Penaeidae) los cuales constituyen un importante recurso pesquero en la región (Olvera-Limas y Cid del Prado, 1983; Miller *et al.*, 1984; Tapia-García *et al.*, 1988 a, 1988b; Gracia-Gasca, 1996; Gracia-Gasca *et al.*, 1997; Gracia, 1997).

Los adultos de la mayoría de las especies estuarino-dependientes habitan en el mar, donde se efectúa el desove y las larvas se reclutan a los estuarios y lagunas costeras, utilizándolas como áreas de alimentación y crianza (Carr y Adams, 1973; McHugh, 1975; Miller *et al.*, 1984; Gracia-Gasca 1977). Posteriormente, los juveniles o preadultos, migran al océano para completar su ciclo biológico (Yap *et al.*, 1987; Gracia-Gasca *et al.*, 1997). Otras especies estuarino-dependientes desovan en áreas cercanas a la costa, e incluso pueden hacerlo en los estuarios mismos, como es el caso de algunos clupeidos y engráulidos (Flores-Coto *et al.*, 1987, 1988; Sánchez-Velasco *et al.*, 1996).

En los diferentes estadios de desarrollo larvario se presentan básicamente dos tipos de movimiento, uno activo (migración vertical y horizontal) y otro pasivo (advección o deriva), que les permite ingresar a las áreas de crianza, aprovechando el intercambio de agua que se da entre las lagunas y el mar (Hettler y Barker, 1993). Esta dispersión de larvas es ocasionada por factores tales como los patrones de circulación costera, vientos, descarga de ríos, topografía y de forma importante las corrientes de marea (Dronkers, 1988; Flores-Coto y Pérez-Argudín, 1991; Richards *et al.*, 1995; Kingsford y Suthers, 1996; Gracia-Gasca *et al.*, 1997).

Las mareas dan como resultado un cambio en el nivel del mar, el cual se aprecia mejor en la costa y pueden ser de tres tipos: *diurna* con un ascenso y un descenso al día como ocurre en la parte sur del Golfo de México (Anónimo, 1979); *semidiurna* con dos ascensos y dos

descensos al día, ambas amplitudes son sensiblemente semejantes, y *mixta* con dos ascensos y dos descensos durante el día, las amplitudes de ambas presentan diferencias notorias (Frías-Valdez y Moreno-Cervantes, 1988; Pinet, 1992).

Las “mareas vivas” en las bocas de los estuarios generan corrientes que producen mezcla vertical (Dyer, 1979) y transporte de materia y energía entre las áreas costeras y oceánicas (Zijlstra, 1988); este tipo de marea ocasiona una mayor altura en el nivel del mar y una mayor velocidad de corriente, que genera un aporte importante de agua hacia el sistema y un incremento en la entrada de organismos planctónicos, entre ellos las larvas de peces y camarones estuarino-dependientes (Flores-Coto *et al.*, 1987; Flores-Coto y Pérez-Argudín, 1991; Drake y Arias, 1991; Almaral-Mendivil y Ordóñez-López, 1999).

Las corrientes de marea ofrecen a los organismos de nado débil un mecanismo de ingreso a estuarios (McCleave y Kleckner, 1982; Bergma *et al.*, 1989; Almaral-Mendivil y Ordóñez-López, 1999), esencialmente si una larva de pez se encuentra cerca al fondo en los momentos de reflujo y se mueve verticalmente en el flujo de marea, será introducida al estuario; este desplazamiento ha sido nombrado como *transporte selectivo de corriente de marea* por Harden-Jones *et al.* (1978).

Las mayores velocidades de corriente ya sea de flujo o de reflujo, son de mayor magnitud en el canal principal de las bocas y disminuyen hacia ambos extremos (Dronkers, 1988; Smith, 1994); asimismo las mayores velocidades de corriente de marea se dan durante la marea alta y la baja (Pethick, 1980), y en particular durante la segunda mitad del período de flujo y reflujo de marea (Flores-Coto *et al.*, 1987; Flores-Coto y Pérez-Argudín, 1991).

El sistema lagunar El Carmen-Pajonal-Machona cuenta con estudios de hidrodinámica (Vázquez-Gutiérrez *et al.*, 1995), salinidad (Gómez-Angulo, 1978), geología (Gutiérrez-Estrada y Galaviz-Solís, 1983), impacto ambiental (Rodríguez-Espinosa, 1982), contaminación por efecto de metales traza (Vázquez-Gutiérrez *et al.*, 1996) y por coliformes (Romero-Jarero y Rodríguez-Santiago, 1982; Rodríguez-Santiago, 1986), así

como de ecología referentes a hidromedusas (Gallegos-Cupil, 1985); el protozoario (*Perkinsus marinus*) y su acción patógena con el ostión (Burreson *et al.*, 1993; 1994) y crustáceos decápodos (Flores-Moran, 1984); asimismo Reséndez-Medina (1979; 1980) y Salvadores-Baledón y Reséndez-Medina (1990) analizan la comunidad de peces.

De la misma forma estudios sobre la inmigración de larvas hacia los estuarios se han efectuado en otros sistemas estuarino-lagunares del país, en la Laguna de Términos, Campeche, por Arenas-Mendieta y Yáñez-Martínez (1981), en la Laguna de Tampamachoco, Veracruz por García-González (1989); quienes reportaron que el mayor número de organismos ocurre durante el flujo de marea (*Litopenaeus setiferus* y *Farfantepenaeus duorarum*); del mismo modo las investigaciones de Poli (1983), en el Río Baluarte, Sinaloa y Luna-Fausto (1994) en la laguna de Tamiahua, Veracruz; mencionan que las mayores densidades de algunas especies ocurren en los momentos de mayor velocidad de corriente de marea (*Litopenaeus stylirostris* y *Penaeus brevirostris*) y para otras especies las mayores densidades ocurren en momentos de menor velocidad de corriente de marea (*Penaeus vannamei* y *Farfantepenaeus californiensis*).

Asimismo los estudios de Méndez-Velarde y Velarde-Méndez (1982), Flores-Coto *et al.* (1987), Flores-Coto y Pérez-Argudín (1991), en la Laguna de Términos, Campeche y Almaral-Mendivil y Ordóñez-López (1999), en la Boca de Ceuta, Sinaloa, refieren que los picos de mayor densidad de las familias Engraulidae, Gobiidae, Sciaenidae, Clupeidae, Gerreidae y Penaeidae muestran cierta relación con las mayores velocidades de corriente durante el flujo, o refluo por lo que las larvas utilizan las corrientes como mecanismo de ingreso a las lagunas.

Por ahora, el sitio de estudio no cuenta con trabajos concernientes a la migración de larvas de peces y camarones; sin embargo, en el ámbito internacional existen numerosos trabajos sobre el tema, por ejemplo: Weinstein *et al.* (1980), Hettler y Barker (1993), Joyeux (1998) y Churchill *et al.* (1999) para Carolina del Norte; Holt *et al.* (1989) en el paso de Aransas, Texas; DeLancey *et al.* (1994) y Wenner *et al.* (1998) para Carolina de Sur; Graham (1972)

en estuario de Maine, Sheepscot; Henri *et al.* (1985) para el estuario San Lorenzo, Canadá; Lyczkowski-Shultz *et al.* (1990) en el Golfo de México; Raynie y Shaw (1994) para la Bahía Fourleague, Louisiana; Smith (1994) en la Bahía de Florida; Neira y Potter (1992) en el oeste de Australia; Jager (1999) en el estuario Dollard en Holanda y Drake y Arias (1991) en la Bahía de Cádiz, España. Estos estudios mencionan que el efecto de la marea es un factor de gran importancia como medio de transporte en la entrada de larvas de peces y camarones, principalmente en los momentos de mayor velocidad de corriente de marea.

Con el fin de documentar el conocimiento de la entrada de larvas de peces y camarones al sistema lagunar El Carmen y Machona, se plantean los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Analizar la composición y abundancia de larvas de peces y camarones en su entrada al sistema estuarino El Carmen-Pajonal-Machona a través de la Boca Santana en los momentos de mayor velocidad de corriente de los flujos de marea de sicigia (luna llena), de abril a noviembre, que constituye el principal período de desove de la mayoría de las especies estuarino-dependientes en el sur del Golfo de México.

Y los siguientes

### **Objetivos particulares**

1. Determinar la velocidad de corriente en tres niveles de profundidad de la columna de agua: superficie, media agua y fondo (0.5, 3.5 y 6.5 m, respectivamente).
2. Determinar en que nivel de profundidad existe mayor entrada de larvas de las familias Sciaenidae, Paralichthyidae, Achiridae, Cynoglossidae y Penaeidae.
3. Analizar si existe o no una relación entre la velocidad de corriente de marea y la abundancia de larvas.
4. Determinar en que mes ocurre la mayor abundancia de ingreso de larvas de peces y camarones al sistema.
5. Analizar la composición de tallas de las larvas y postlarvas que inmigran.
  - 5.1. Determinar si existe una penetración diferencial de las diferentes tallas en los tres niveles a analizar.
  - 5.2. Establecer si la longitud promedio con la cual las larvas ingresan a la laguna se mantiene o varía a lo largo del período de muestreo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio de muestreo

El sistema estuarino El Carmen-Pajonal-Machona se localiza en el Estado de Tabasco en el litoral del Golfo de México, entre los 18° 14' y 18° 25' N y los 93° 34' y 93° 54' W. Se encuentra separado de la zona oceánica por una barra litoral arenosa de tipo Gilbert-Beaumont de 35 Km de longitud por 300-1000 m de ancho y de 2-3 m de altura (Gutiérrez-Estrada y Galaviz-Solís, 1983). Este complejo lagunar tiene el aporte de los ríos San Felipe y Santana; tiene dos bocas que las comunican con el mar: la Boca de Santana (sitio del muestreo) y la de Panteones (que es artificial y está localizada en la Laguna Machona) (Gutiérrez-Estrada y Galaviz-Solís, 1983) (Fig. 1).

El clima de la región se caracteriza por ser tipo de Am(f)w'' (i')g, es decir tropical lluvioso, cálido-húmedo con lluvias en verano (García de Miranda, 1988). Los vientos dominantes son del noreste, con velocidades de 0 a 3 m/seg y máximas de 6.5 m/seg (Thom, 1967; Vázquez-Gutiérrez *et al.*, 1994); una precipitación de aproximadamente 200 cm al año (Botello *et al.*, 1991).

La Boca de Santana localizada en el sistema lagunar El Carmen-Pajonal-Machona, es una boca natural situada al NW de la Laguna El Carmen y al E del poblado de Sánchez Magallanes y actualmente su anchura es de 170 m (Vázquez-Gutiérrez, 1994); presenta un canal en su tercio más occidental, con una profundidad de 7 m; el cual fue seleccionado como punto de muestreo (Fig. 1).

Rodríguez-Espinosa (1982) registró que la temperatura, la salinidad y la velocidad de corriente en la Boca de Santana presentaron variaciones a lo largo de los seis meses de muestreo (junio, agosto, noviembre y diciembre de 1980, febrero y mayo de 1981). De acuerdo a este autor la temperatura, la salinidad y la velocidad de corriente en la boca oscilan: de 21 a 30.8 °C; de 36 a 38 ups y de 0.19 a 1.25 m/seg, respectivamente. Los

mayores valores de temperatura (26-30 °C) y salinidad (37-38 ups) los registró en primavera-verano; y las mayores velocidades de corriente en otoño-invierno (1.25 m/seg).

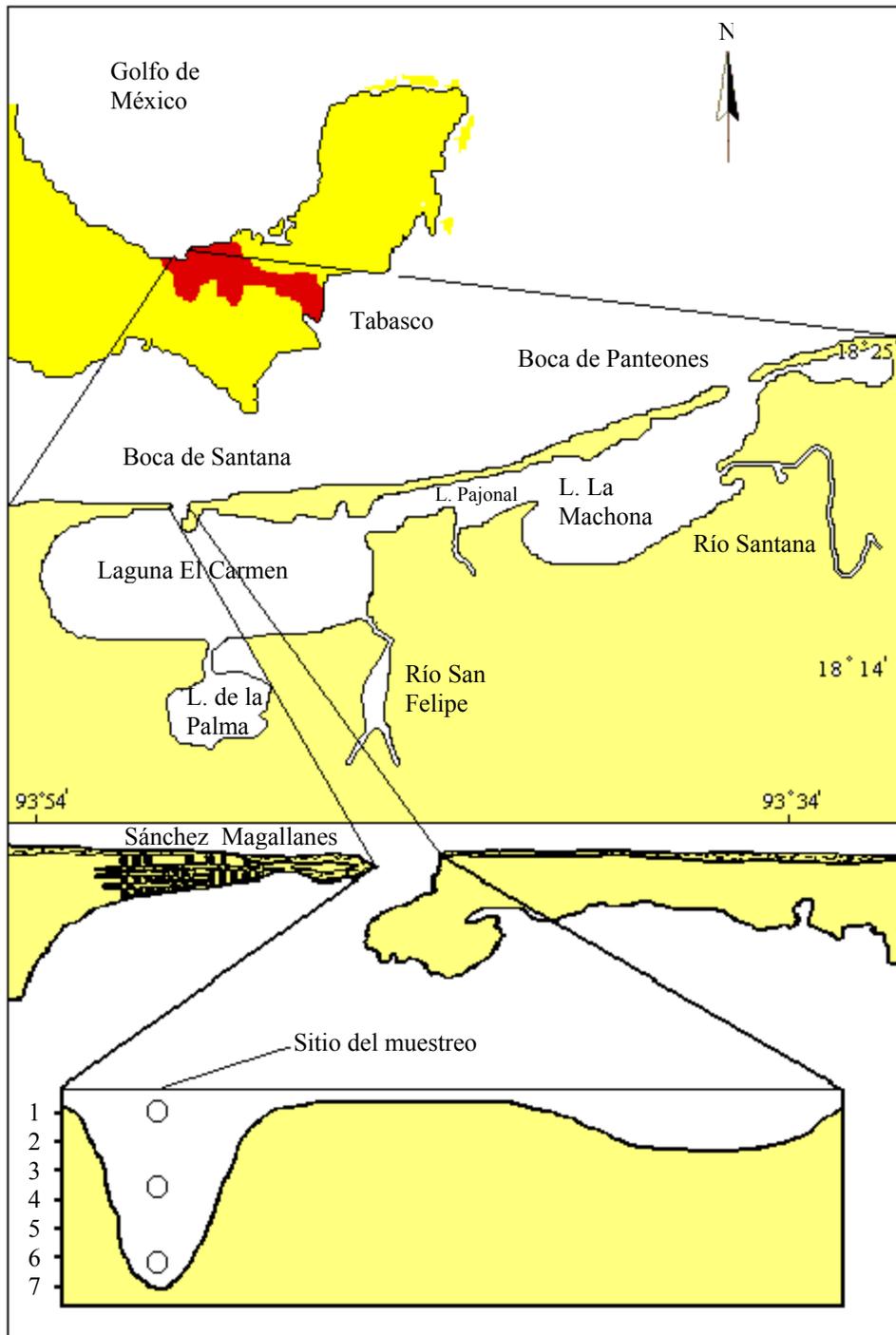


Fig. 1. Sitio del muestreo, Boca de Santana (batimetría de la boca tomada de Rodríguez-Espinosa, 1982).

## Plan de muestreo

El diseño de la metodología para la obtención del material biológico se basó en las siguientes premisas:

1. Los meses de abril a noviembre son un período que abarca la principal época de desove de las especies de peces y camarones en el área de estudio (Flores-Coto *et al.*, 1987 y 1988; Yap *et al.*, 1987; Sánchez-Velasco *et al.*, 1996 y Gracia-Gasca *et al.*, 1997).
2. Las larvas de peces y camarones ingresan a la laguna principalmente durante el flujo de marea, en los periodos de mayor velocidad de corriente.
  - 2.1. La mayor velocidad de corriente se presenta durante el período de marea de sicigia.
  - 2.2. La mayor velocidad de corriente ocurre durante la segunda mitad del período de flujo (Fig. 2).
3. La entrada del agua al sistema El Carmen-Machona ocurre predominantemente por el canal principal de la boca de Santana.
4. La velocidad de entrada en el canal es diferente en sus distintos niveles.

Las fechas de muestreo fueron: 23 de abril; 23 de mayo; 21 de junio; 19 de agosto; 15 de octubre y 15 de noviembre de 1997 que corresponden a la fase de luna llena. El mes de julio debió desecharse por la gran cantidad de medusas que llenaron y bloquearon las redes; en el mes de septiembre los vientos denominados “nortes” impidieron efectuar el muestreo.

A fin de precisar el sistema de toma de muestras es necesario definir el concepto de “lance”. Cada mes y dependiendo del tiempo que duró la velocidad de la corriente de flujo por arriba de los 0.5 m/seg, se bajó el sistema de redes varias veces y a cada una de estas colectas se le llamó lance. En los meses de mayo y junio cada lance duró 10 minutos y 15 en los siguientes meses. Cada lance por tanto comprendió una muestra de superficie (0.5 m), una de media agua (3.5 m) y una de fondo (6.5 m). Sin embargo, hubo ocasiones en que alguno de los niveles se perdieron por diversas causas.

## **Medición de la altura de marea y velocidad de la corriente**

No existe un calendario de predicción de mareas para este complejo lagunar, por tanto se hizo un reconocimiento prospectivo en el sitio de estudio unos meses antes de iniciar el muestreo; se midió la marea con un dispositivo graduado en cm, diseñado en el Laboratorio de Zooplankton del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL). De acuerdo a las mediciones de altura del agua se encontró que la marea es de tipo diurno.

La velocidad de la corriente se midió con un contador de flujo General Oceanics modelo 2030 (de alta velocidad) para los tres niveles de cada lance (0.5, 3.5 y 6.5 m). A partir del segundo mes de muestreo se dispuso de un contador electrónico de flujo (0.5 m). Más tarde se utilizó un sistema Doppler (Star Flow) modelo 6526, para el que se diseñó una estructura especial a fin de poder situarlo convenientemente en el canal y poder tener simultáneamente velocidad de corriente y la altura de la marea.

Se midió la altura de la marea y la velocidad de flujo un día antes de cada muestreo, a fin de anticipar el tiempo correcto de muestreo para el siguiente día; se tomó como criterio de inicio de muestreo cuando la velocidad de flujo alcanzó un valor de 0.5 m/seg y el término de éste cuando el valor fue menor a 0.5 m/seg (Fig. 2). McCleave y Kleckner (1982) mencionan que las capturas fueron de 8 a 30 veces mayores en flujos de marea con respecto al refluo de la misma.

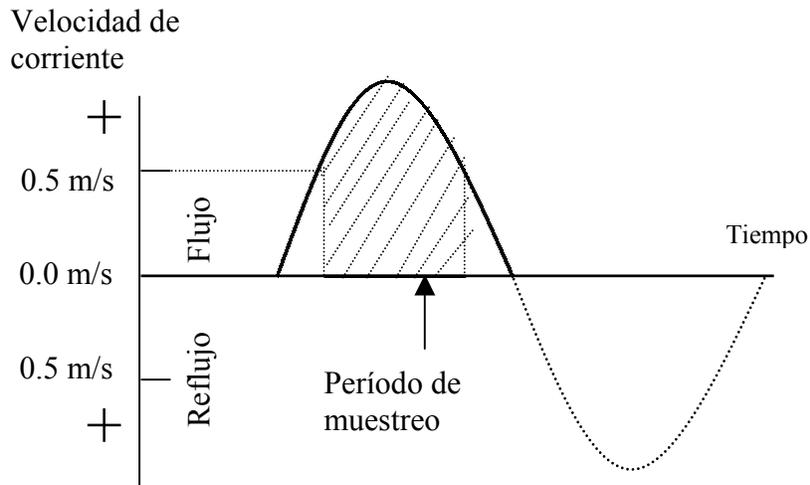


Fig. 2. Tiempo de muestreo en el período del flujo con velocidades superiores a 0.5 m/seg.

### Obtención de muestras

Se tomaron muestras simultáneas a tres niveles: superficie (0.5 m), media agua (3.5 m) y fondo (6.5 m) empleando el sistema diseñado por Flores-Coto y Zavala-García (1994), que consiste en redes tipo trapecio de 50 cm de diámetro en la boca, 1.5 m de longitud y 505 $\mu$ m de abertura de malla, sin bridas al frente, un lastre al fondo y cables paralelos con los que se sujetó el sistema al puente desde donde se manipuló el muestreo (Fig. 3).

Cada lance tuvo una duración de 10 o 15 minutos y el número de lances varió mes a mes (mínimo cuatro y máximo ocho) de acuerdo a la duración de alta velocidad del flujo, iniciando y terminando cuando la velocidad alcanzó un valor de 0.5 m/seg (Fig. 2).

Las muestras se fijaron con formol al 4%, neutralizando con borato de sodio; después de 48 horas se cambiaron a alcohol al 70% para su preservación. En el laboratorio se extrajo la totalidad de las larvas de peces y postlarvas de camarones peneidos, para su posterior identificación al menor nivel taxonómico posible. Del total del material se seleccionó para su análisis sólo aquellas especies de las familias Sciaenidae, Paralichthyidae, Achiridae, Cynoglossidae y Penaeidae, las cuales son de carácter estuarino-dependiente; todas las

larvas fueron medidas en su longitud patrón (LP) a fin de conocer si existe un ingreso selectivo en la columna de agua a lo largo del período de muestreo y se determinó su estadio de desarrollo.

Se obtuvieron 101 muestras de plancton: 33 en el nivel 1, 34 en el nivel 2 y 34 en el nivel 3. Para el análisis de la densidad de las larvas se estandarizaron los datos expresándolos como larvas por  $100 \text{ m}^3$ . Se extrajeron muestras de agua empleando botellas Van-Dorn de 3.0 l en cada lance de muestreo, para medir la temperatura y la salinidad de cada nivel empleando un termómetro de cubeta y un refractómetro

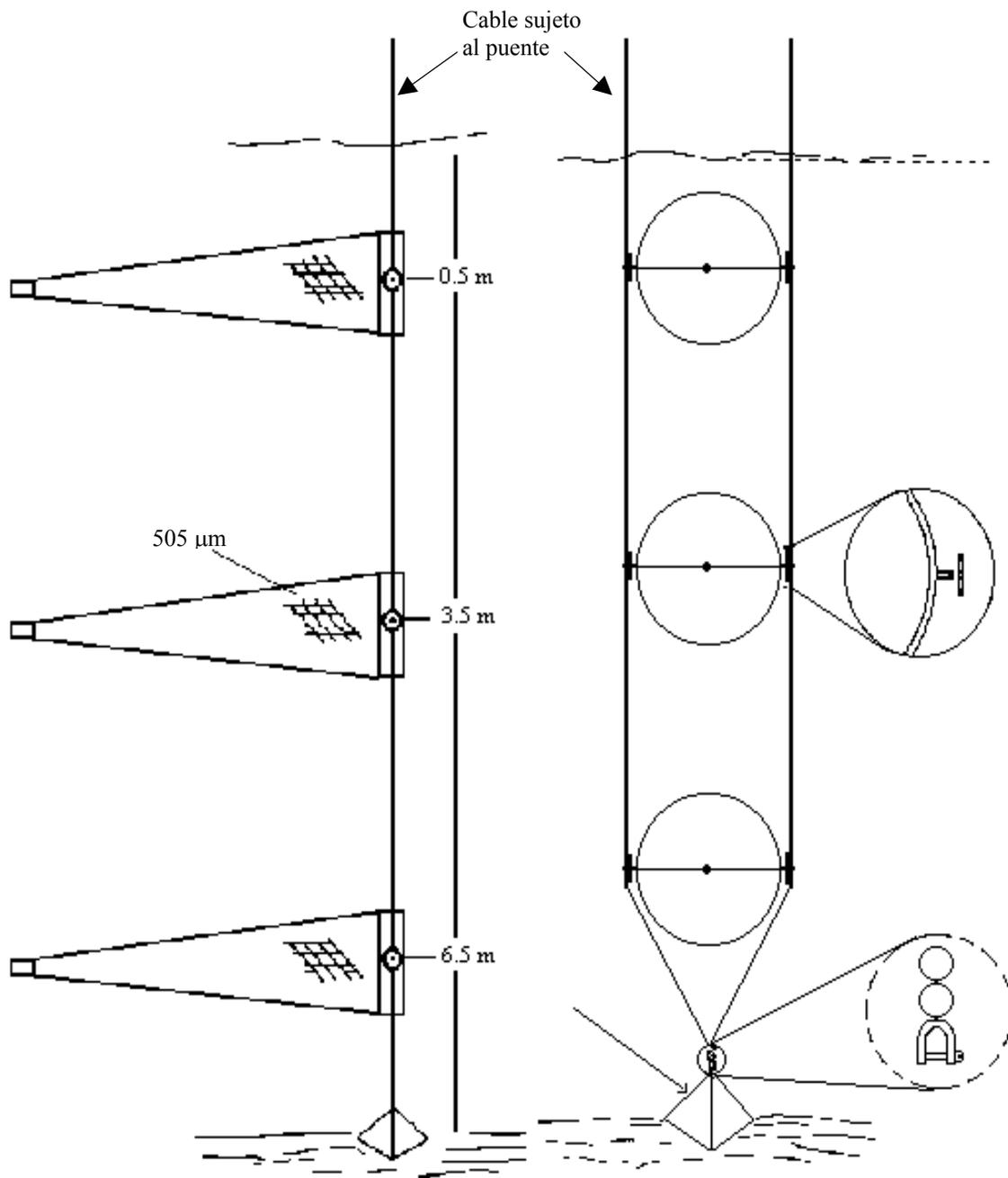


Fig. 3. Vista lateral y frontal del equipo de captura simultánea tomado de Flores-Coto y Zavala-García (1994).

## **Análisis de datos**

Los datos se analizaron para establecer si existen diferencias estadísticas del ingreso, esto es, de la abundancia de larvas de peces y camarones de las especies seleccionadas, entre los tres niveles de muestreo. Y si la abundancia guarda relación con la temperatura, salinidad, y velocidad de corriente durante los lances efectuados en cada mes de muestreo. Se procedió a probar la normalidad de los datos, para aplicar estadística paramétrica. Es sabido que el componente zooplanctónico no presenta distribución normal con varianzas constantes. Para aplicar pruebas estadísticas paramétricas se emplearon los valores estandarizados de larvas/100 m<sup>3</sup>, utilizando además diversas transformaciones como  $\log(x+1)$  entre otras, para tratar obtener de ellos una distribución normal y homogeneidad de varianza. Dando como resultado que los datos no presentan distribución normal ni homogeneidad de varianza.

También, se aplicaron dos pruebas estadísticas no paramétricas: la de Kruskal Wallis que consiste en un análisis por rangos (Zar, 1999) y la prueba de  $\chi^2$  para homogeneidad, tomando el número total de larvas para cada nivel (McCleave *et al.*, 1987).

### **Prueba de $\chi^2$ para homogeneidad de la densidad de larvas en la columna de agua y en el lapso de alta velocidad de flujo**

De las pruebas empleadas, la que rindió mejores resultados fue la de  $\chi^2$  (McCleave *et al.*, 1987), con la que se probaron las siguientes hipótesis:

1. Ho: La densidad de larvas es uniforme con respecto a la profundidad
2. Ho: La densidad de larvas es uniforme durante el lapso de alta velocidad del flujo (es decir, en todos los lances).

Para probar la primera hipótesis, se consideró que los valores esperados en cada nivel corresponden a un tercio de la abundancia total de la especie analizada; en cada uno de los seis meses de muestreo. Asimismo, para tratar la segunda hipótesis nula se consideró que

los valores esperados por especie y por lance corresponden a  $1/n$  de la abundancia total, donde “n” es el número de lances.

McCleave *et al.* (1987) parten del supuesto que los efectos de nado por los organismos sean insignificantes, es decir, que las larvas de peces y camarones esencialmente viajan con la corriente de agua y la captura esperada a la profundidad “i” estará en proporción al total de agua filtrada a esta profundidad, por lo que el número total de larvas esperadas ( $C_i$ ) se reduce a:

$$C_i = \left( \frac{W_i}{\sum_{i=1}^3 W_i} \right) \sum_{i=1}^3 N_i$$

Donde:

$C_i$  = Captura esperada en el nivel  $i$ -ésimo

$W_i$  = Cantidad de agua filtrada en el nivel  $i$ -ésimo

$\sum W_i$  = Suma de la cantidad de agua filtrada en los  $i$ -ésimos niveles

$\sum N_i$  = Suma de los organismos capturados en el  $i$ -ésimos niveles

Se obtuvieron los valores del residual estándar ( $Re_i$ )

$$Re_i = (N_i - C_i) / \sqrt{C_i}$$

donde:

$Re_i$  = Residual estándar

$N_i$  = Número de organismos capturados en el nivel  $i$ -ésimo

$C_i$  = Captura esperada en el nivel  $i$ -ésimo

De tal manera que si:

$N_i < Re_i$  se interpreta como el nivel donde hay el mayor ingreso de larvas al sistema; o si

$N_i > Re_i$  se interpreta como el nivel donde hay el menor ingreso de larvas al sistema

De los valores del residual estándar podemos calcular el valor de  $\chi^2$  donde

$$\chi^2 = \sum Re_i^2$$

## RESULTADOS

### Factores físicos

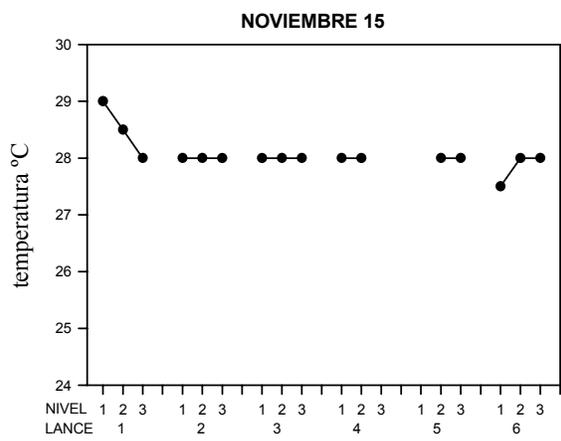
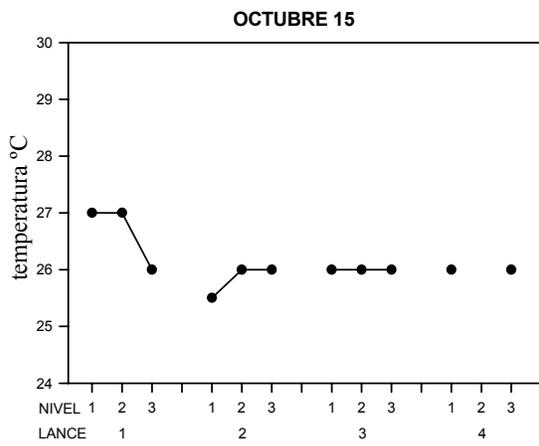
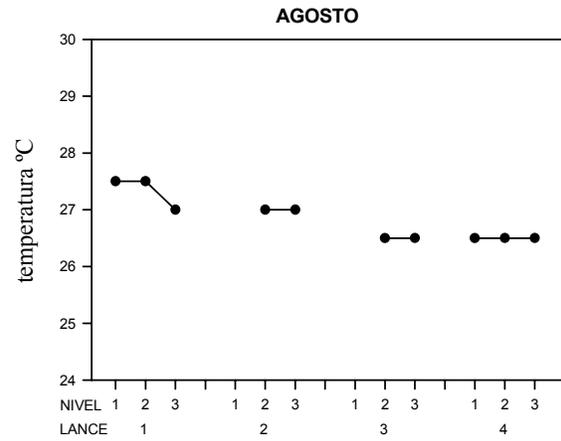
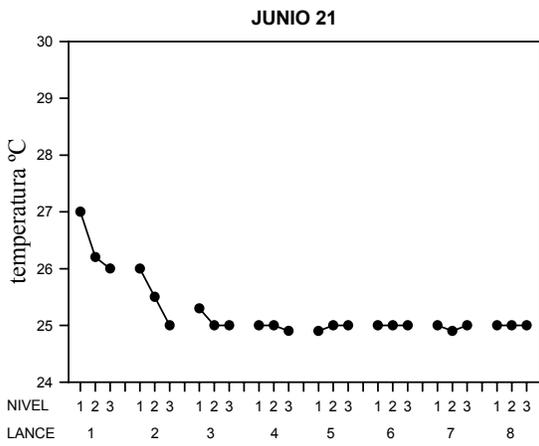
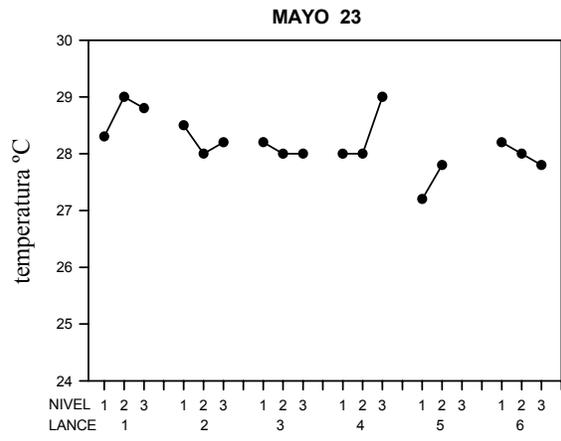
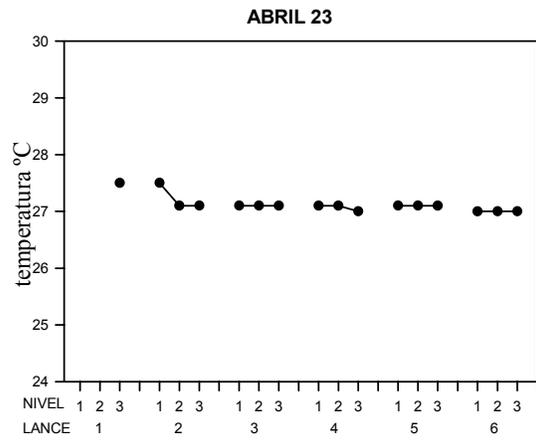
#### Temperatura

La temperatura en la Boca de Santana a través de la época de muestreo fluctuó entre 24.9 y 29.0 °C; con valores promedio mensuales de entre 25.2 (junio) y 28.2 °C (mayo). Los meses con las mayores temperaturas fueron mayo y noviembre con un promedio de 28.2 y 28.1 °C, mientras el mes con menor temperatura fue junio con un valor promedio de 25.2 °C (Tabla 1, Fig. 4).

Cada mes de muestreo se registraron pequeñas diferencias en los tres niveles de la columna de agua (Tabla 1); las cuales no fueron significativas (ANOVA;  $p > 0.05$ ) entre los estratos en ninguno de los meses de muestreo. En cada mes de muestreo, en los lances iniciales la temperatura fue ligeramente mayor con respecto a los últimos lances.

Tabla 1: Valores máximos, mínimos y promedio de temperatura en la Boca de Santana.

	Prom.	Superficie			Media agua			Fondo		
		Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.
Abril	27.1	27.0	27.5	27.2	27.0	27.1	27.1	27.0	27.5	27.1
Mayo	28.2	27.2	28.5	28.1	27.8	29.0	28.1	27.8	29.0	28.4
Junio	25.2	24.9	27.0	25.4	24.9	26.2	25.2	24.9	26.0	25.1
Agosto	26.8	26.5	27.5	27.0	26.5	27.5	26.9	26.5	27.0	26.8
Octubre	26.1	25.5	27.0	26.1	26.0	27.0	26.3	26.0	26.0	26.0
Noviembre	28.1	27.5	29.0	28.1	28.0	28.5	28.1	28.0	28.0	28.0



Los niveles 1, 2 y 3 corresponden a las profundidades de 0.5, 3.5 y 6.5 m respectivamente

Fig. 4 Temperatura en la Boca de Santana de abril a noviembre de 1997.

## Salinidad

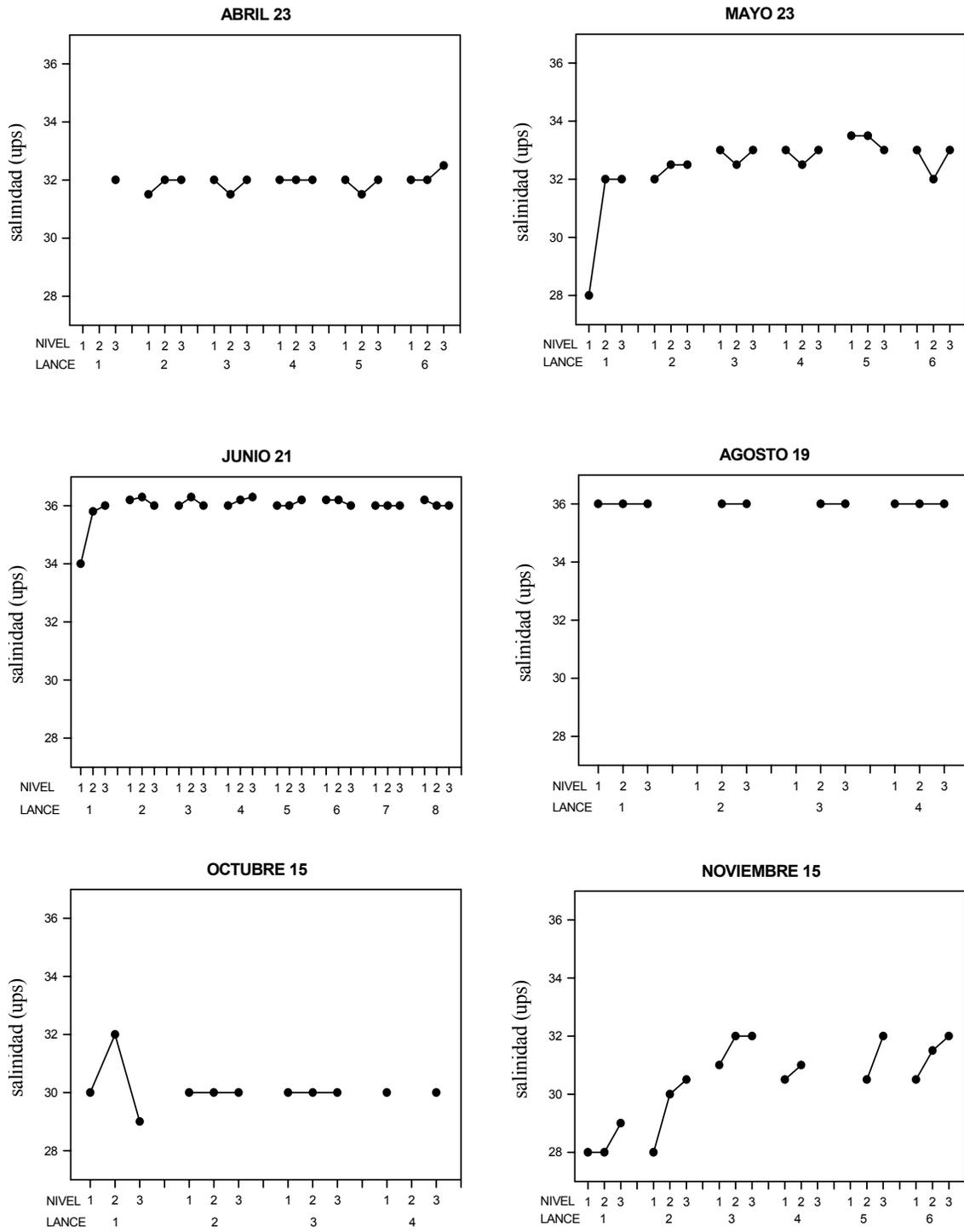
La salinidad en la Boca de Santana a lo largo del período de muestreo varió entre 28 y 36.3 ups (unidades prácticas de salinidad), con valores medios de entre 30.1 y 36.0 ups . La mayor salinidad se presentó en los meses de junio y agosto con un valor promedio de 36 ups y la menor en octubre y noviembre con un valor promedio de 30.1 y 30.4 ups; ésta a partir de mayo aumenta y decreció posteriormente en los meses de octubre y noviembre (Tabla 1, Fig. 5).

Las variaciones en la columna de agua (superficie, media agua y fondo) no fueron significativas (ANOVA;  $p > 0.05$ ) en ninguno de los meses de muestreo, por lo que su efecto sobre el patrón migratorio de los organismos en el presente estudio se considera de poca importancia. La poca variación vertical en la salinidad puede deberse a que el flujo de marea ocasiona una mezcla que conduce a una homogeneización de las condiciones físicas y químicas de la columna de agua.

La salinidad en cada inicio de muestreo de manera general fue ligeramente menor con respecto a los lances finales, excepto para el mes de agosto donde la salinidad permaneció igual en todos los lances

Tabla 2: Valores máximos, mínimos y promedio de salinidad en la Boca de Santana.

	Prom.	Superficie			Media agua			Fondo		
		Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.
Abril	31.9	31.5	32.0	31.9	31.5	32.0	31.8	32.0	32.5	32.1
Mayo	32.4	28.0	33.5	32.1	32.0	33.5	32.5	32.0	33.0	32.8
Junio	36.0	34.0	36.2	35.8	35.8	36.3	36.1	36.0	36.3	36.1
Agosto	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
Octubre	30.1	30.0	30.0	30.0	30.0	32.0	30.7	29.0	30.0	29.8
Noviembre	30.4	28.0	31.0	29.6	28.0	32.0	30.5	29.0	32.0	31.1



Los niveles 1, 2 y 3 corresponden a las profundidades de 0.5, 3.5 y 6.5 m respectivamente

Fig. 5. Salinidad en la Boca de Santana de abril a noviembre de 1997.

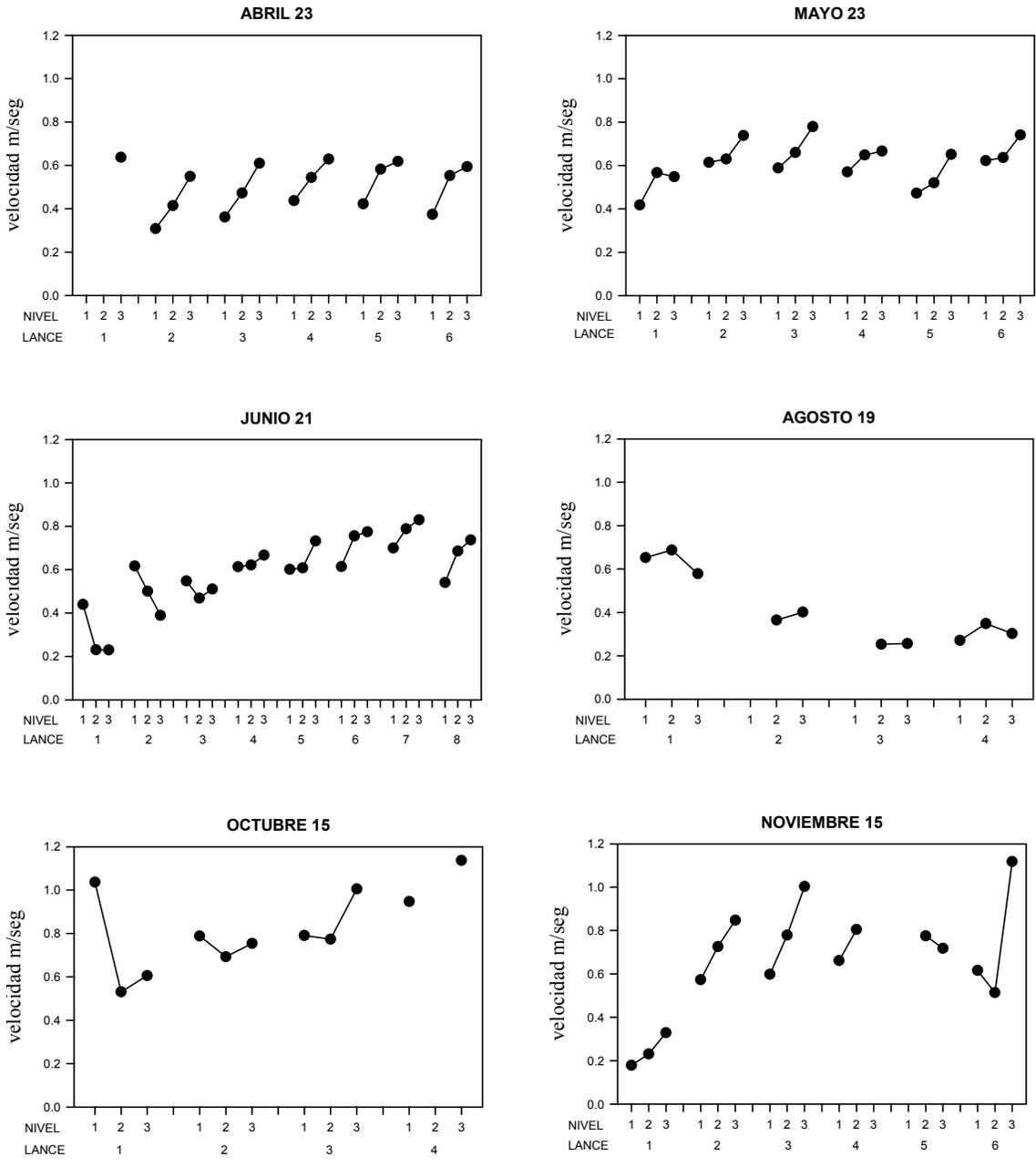
## Velocidad de la corriente de marea

Los datos de velocidad de corriente de marea utilizados para el análisis fueron obtenidos de cada flujómetro colocado en la boca de cada red. Las velocidades oscilaron de entre 0.179 y 1.137 m/seg durante la época de muestreo. Los meses con las mayores velocidades de corriente fueron octubre y noviembre con valores promedio de 0.824 y 0.655 m/seg respectivamente y el de menor agosto con un valor promedio de 0.412 m/seg (Tabla 3, Fig. 6).

Las velocidades de corriente en la columna de agua presentaron un patrón general, donde las mayores velocidades se registraron en el fondo y las menores en superficie. Este patrón fue bastante consistente en los meses de abril y mayo, con algunos cambios en junio, desaparece en agosto y octubre y se recupera parcialmente en noviembre (Fig. 6). Sin embargo las diferencias entre los tres sólo fueron significativas (ANOVA;  $p < 0.05$ ), en abril y mayo.

Tabla 3: Valores máximos, mínimos y promedio de velocidad de corriente (m/seg) en la Boca de Santana.

	Prom.	Superficie			Media agua			Fondo		
		Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.
Abril	0.507	0.309	0.437	0.381	0.415	0.582	0.514	0.549	0.638	0.606
Mayo	0.615	0.418	0.623	0.548	0.520	0.660	0.610	0.549	0.780	0.687
Junio	0.592	0.440	0.700	0.584	0.230	0.685	0.582	0.230	0.737	0.609
Agosto	0.412	0.270	0.652	0.462	0.253	0.688	0.413	0.257	0.578	0.385
Octubre	0.824	0.789	1.037	0.891	0.531	0.774	0.500	0.606	1.137	0.876
Noviembre	0.655	0.179	0.662	0.526	0.231	0.805	0.639	0.328	1.118	0.803



Los niveles 1, 2 y 3 corresponden a las profundidades de 0.5, 3.5 y 6.5 m respectivamente

Fig. 6. Velocidad de corriente de marea en la Boca de Santana de abril a noviembre de 1997.

### **Amplitud de la marea**

Al no existir una tabla de predicción de mareas para el sistema lagunar El Carmen-Pajonal-Machona se efectuó un análisis de la variación de la altura de la marea antes y durante el período en que se realizó el estudio.

La amplitud de marea varió de 30 a 37.7 cm, las mayores amplitudes de marea alcanzaron su máximo en los meses de junio (37 cm, solsticio de verano) y noviembre (37.7 cm); los valores mínimos se presentaron en abril (30 cm) y mayo (28.5 cm) (Tabla 4). Estas mayores amplitudes de altura de marea en ciclo de luna llena corresponden a la temporada de lluvias para los meses de agosto a noviembre; las cuales concuerdan con las mayores abundancias tanto de larvas de peces como de camarones peneidos en fase de luna llena y el principal período de desove.

Tabla 4: Amplitud de marea dada en centímetros en la Boca de Santana de abril a noviembre de 1997.

	Abril	Mayo	Junio	Agosto	Octubre	Noviembre
Amplitud de marea	30.0	30.2	37.0	28.5	33.5	37.7

## Variación estacional de la composición y abundancia de larvas de peces, camarones y especies seleccionadas

Se recolectaron un total 49,140 organismos (48,988 larvas/100 m<sup>3</sup>) en los seis meses de muestreo efectuados en 1997. De estos 33,610 (33,231 larvas/100 m<sup>3</sup>), correspondieron a las larvas de peces representadas en 30 familias, y 15,530 organismos (15,757 larvas/100 m<sup>3</sup>) fueron larvas de camarón de la familia Penaeidae (Tabla 5).

Las larvas de peces mostraron un claro ciclo de abundancia, con valores muy bajos en abril y mayo aumentando hacia los siguientes meses hasta alcanzar su máximo en agosto (8,300 larvas/100 m<sup>3</sup>) octubre (13,857 larvas/100 m<sup>3</sup>) y decrecieron drásticamente para el mes de noviembre (406 larvas/100 m<sup>3</sup>) (Fig. 7). Las familias Gobiidae, Engraulidae, Gerreidae y Sciaenidae fueron los taxa con mayores densidades. Asimismo el número de familias registradas varió mes a mes; octubre es el mes que presentó el mayor número con 21 y noviembre el menor con 9 familias (Tabla 5). La mayoría de las larvas se encuentran en estado de flexión y post-flexión y en menor número en pre-flexión.

Las familias de peces Sciaenidae, Paralichthyidae, Achiridae y Cynoglossidae cuyos miembros en su mayor parte son estuarino-dependientes y de gran importancia económica y/o ecológica, se seleccionaron para identificar y cuantificar sus especies. De la familia Sciaenidae se registraron 7 especies, de las cuales *Bairdiella chrysoura* y *Cynoscion arenarius* fueron las de mayor abundancia, las otras especies *Stellifer lanceolatus*, *C. nothus*, *C. nebulosus* y *Larimus fasciatus*, presentaron densidades muy bajas. De los peces planos se registraron cinco especies teniendo a *Achirus lineatus* (Achiridae) y *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae) como las especies de mayor densidad (Tabla 6).

Además de las familias de peces mencionadas se identificaron los camarones de la familia Penaeidae; que está representada por especies estuarino-dependientes de importancia económica. Se identificaron dos especies *Litopenaeus setiferus* y *Farfantepenaeus duorarum*; la primera con notoria mayor densidad y ambas estuvieron presentes en todo el

período de muestreo (Tabla 6). Más del 99 % de las larvas de camarón se encontraron en estadio de post-larva.

Los camarones tuvieron un ciclo de abundancia similar al de los peces, pero menos evidente. A partir de los bajos valores de abril (221 larvas/100 m<sup>3</sup>) hay un incremento hacia mayo hasta alcanzar las mayores densidades en agosto (8,285 larvas/100 m<sup>3</sup>), posteriormente hay un decremento sensible hacia octubre (3,994 larvas/100 m<sup>3</sup>) y en noviembre (341 larvas/100 m<sup>3</sup>) las densidades fueron tan bajas como en abril. (Fig. 7, Tabla 5).

Tabla 5: Densidad (larvas/100 m<sup>3</sup>) de los taxa capturados en la Boca de Santana de abril a noviembre de 1997.

Familia	abr	may	jun	ags	oct	nov	Total	Familia	abr	may	jun	ags	oct	nov	Total
Gobiidae	722	1327	1521	2190	10612	190	16,562	Mugilidae	0	0	0	2	3	0	5
Engraulidae	780	123	2084	2275	12	52	5,326	Triglidae	0	0	0	0	5	0	5
Gerreidae	20	318	592	928	2809	1	4,668	Fistulariidae	0	1	0	2	0	0	3
Sciaenidae	82	69	745	2085	11	1	2,993	Sygnathidae	0	1	0	0	0	0	1
Achiridae	12	252	105	439	4	19	831	Synodontidae	0	0	0	0	2	0	2
Paralichthyidae	5	24	272	145	64	0	510	Ophidiidae	0	0	1	0	0	0	1
Clupeidae	363	3	7	3	0	0	376	Bregmacerotidae	0	0	0	1	0	0	1
Sparidae	0	4	103	5	147	35	294	Scorpaenidae	0	0	0	0	1	0	1
Elopidae	0	19	65	3	118	0	205	Serranidae	0	0	0	0	1	0	1
Carangidae	1	31	37	16	0	98	183	Sphyraenidae	0	0	0	0	1	0	1
Gonostomatidae	0	0	49	15	1	0	65	Haemulidae	0	0	0	0	1	0	1
Microdesmidae	19	20	11	0	14	0	64	Lutjanidae	0	0	0	0	1	0	1
Anguillidae	0	0	0	0	40	0	40	Apogonidae	0	0	0	0	1	0	1
Blenniidae	2	9	4	8	0	4	27	Indet.	740	62	33	183	7	2	1,027
Cynoglossidae	0	9	12	0	4	0	25	Total de peces	2748	2279	5641	8300	13857	406	33,231
Tetraodontidae	1	0	0	2	0	4	7	Penaeidae	221	2381	535	8285	3994	341	15,757
Hemiramphidae	0	6	0	0	0	0	6								

Tabla 6: Densidad (larvas/100 m<sup>3</sup>) de las especies de la familia Sciaenidae <sup>1</sup>, Paralichthyidae <sup>2</sup> Achiridae<sup>3</sup> Cynoglossidae <sup>4</sup> y Penaeidae <sup>5</sup>.

Especie	abril	mayo	junio	agosto	octubre	Noviembre	Total
<i>Bairdiella chrysoura</i> <sup>1</sup>	75	14	303	1129	1	0	1522
<i>Cynoscion arenarius</i> <sup>1</sup>	6	17	430	813	8	1	1275
<i>Stellifer lanceolatus</i> <sup>1</sup>	0	13	7	101	0	0	121
<i>Micropogonias</i> <sup>1</sup>	1	24	1	15	2	0	44
<i>Cynoscion nothus</i> <sup>1</sup>	0	0	1	0	1	0	2
<i>Cynoscion nebulosus</i> <sup>1</sup>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Larimus fasciatus</i> <sup>1</sup>	0	0	0	1	0	0	1
Sciaenidae otros*	0	0	1	26	0	0	27
<i>Citharichthys spilopterus</i> <sup>2</sup>	4	24	272	145	64	0	509
<i>Ciclopsetta spp</i> <sup>2</sup>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Achirus lineatus</i> <sup>3</sup>	12	249	103	437	3	3	807
<i>Trinectes maculatus</i> <sup>3</sup>	0	3	3	2	1	14	23
<i>Symphurus plagiusa</i> <sup>4</sup>	0	9	12	0	4	0	25
<i>Litopenaeus setiferus</i> <sup>5</sup>	99	1,869	474	7,604	3,321	250	13,617
<i>Farfantepenaeus duorarum</i> <sup>5</sup>	122	512	61	681	673	91	2,140

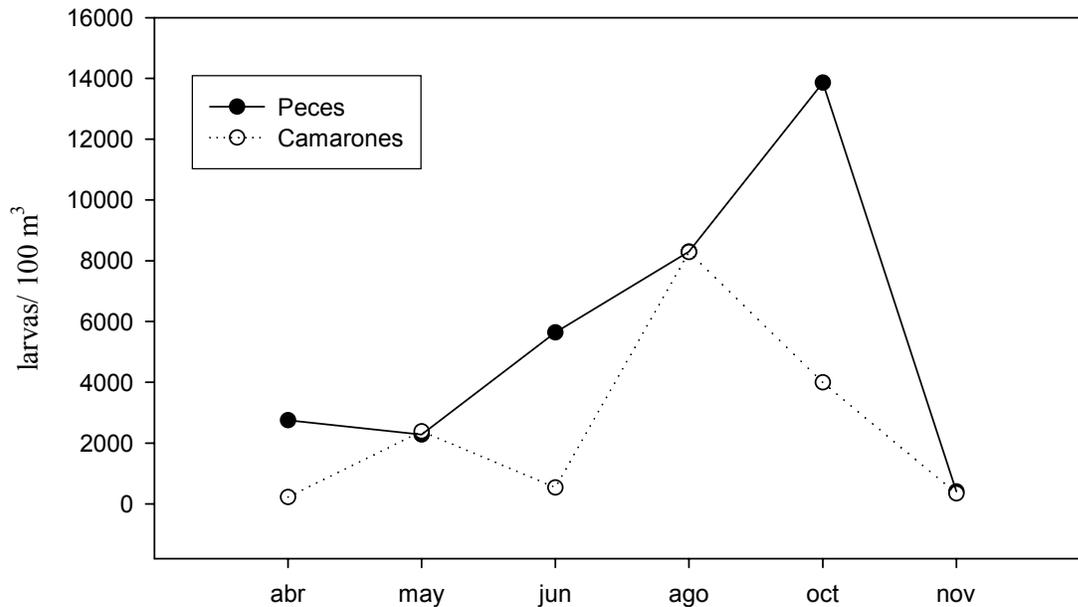


Fig. 7. Densidad de larvas de peces (a) y camarones (b) /100 m<sup>3</sup> de abril a noviembre de 1997 en la Boca de Santana.

### Familia Sciaenidae

De la familia Sciaenidae se capturó un total de 1,977 larvas (2,993 larvas/100 m<sup>3</sup>). La densidad de larvas de esta familia fue variable durante la época de captura (Fig. 8a). Las mayores densidades se registraron en los meses de junio y agosto con 745 y 2,085 larvas/100 m<sup>3</sup> respectivamente, estas altas densidades concuerdan con el principal período de desove (Johnson, 1978; Orbe y Arias 1987), mientras que octubre y noviembre registraron densidades menores a 10 larvas/100 m<sup>3</sup> (Tablas 5 y 6)

#### *Bairdiella chrysoura* (Lacepède, 1802)

Esta especie es conocida como corvina o roncadador debido ya que en estado adulto tienen la habilidad de emitir sonidos. Fue la especie de mayor abundancia en el período de muestreo y presentó una densidad total de 1,522 larvas/100 m<sup>3</sup> (Fig. 8b). Se capturó prácticamente en

todo el período de muestreo, exceptuando el mes de noviembre. La densidad de esta especie se incrementó de abril a agosto y decreció drásticamente para el mes de octubre; la densidad varió de 0.5 (octubre) a 1.13 larvas/100 m<sup>3</sup>; (agosto) (Tabla 6).

*Cynoscion arenarius* (Ginsburg, 1930)

Esta especie se registró en los seis meses del período de muestreo; es conocida como “corvina de arena” o “trucha de arena”. Fue la segunda especie por su abundancia con una densidad de 1,275 larvas/100 m<sup>3</sup>. Se encontró en todo el período de muestreo. La densidad de larvas varió de 1 larva/100 m<sup>3</sup> en noviembre a 813 larvas/100 m<sup>3</sup> en el mes de agosto. Se observó un aumento de abril a agosto con una posterior disminución abrupta que termina en noviembre (Tabla 6; Fig. 8b).

*Stellifer lanceolatus* (Holbrook, 1855)

Estos peces son conocidos como “corvina lanzona”. Fue la tercera especie en abundancia entre los sciánidos con una densidad de 121 larvas/100 m<sup>3</sup>. Estos organismos se presentaron en tres de los seis meses de muestreo. La densidad fluctuó de 7 larvas/100 m<sup>3</sup> (mayo) a 101 larvas/100 m<sup>3</sup> para el mes de agosto; se observó un incremento de la densidad de abril a mayo con una disminución en junio, con un máximo aumento para el mes de agosto y una disminución total para el mes de octubre (Fig. 8b).

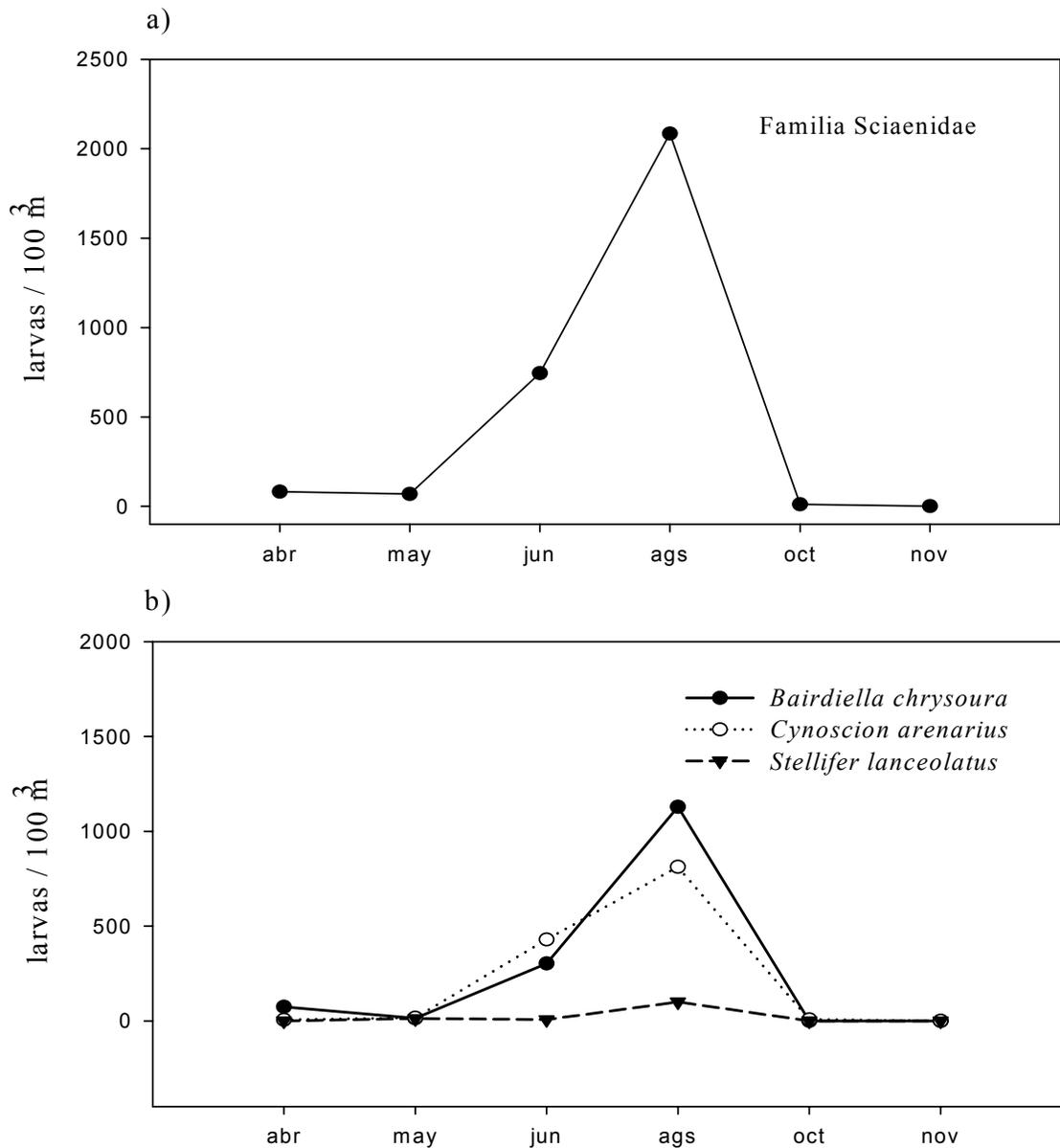


Fig. 8. Variación temporal de la densidad de larvas de la familia Sciaenidae (a) y especies más abundantes (b), en la Boca de Santana.

## Familias Paralicthyidae y Achiridae

Del Orden Pleuronectiformes conocidos como peces planos, se capturó un total de 976 larvas (1,366 larvas/100 m<sup>3</sup>) representadas por cinco especies, de las cuales *Achirus lineatus* (Achiridae) se registró en todo el período de muestreo y *Citharichthys spilopterus* (Paralicthyidae) ausente en noviembre, fueron las de mayor abundancia (Tabla 5 y 6), las especies restantes presentaron densidades muy bajas.

La densidad de larvas de estas familias fue variable a lo largo de la época de captura, presentando un claro ciclo de abundancia, con valores bajos en abril, incrementándose hacia los siguientes meses hasta alcanzar su máximo en agosto, disminuyó hacia octubre y finalmente en noviembre con un valor bajo similar al mes de abril (Fig. 9a).

### *Citharichthys spilopterus* (Günther, 1862)

Es una especie perteneciente a la familia Paralicthyidae, de esta familia además se registró a *Ciclopsetta spp* la cual se presentó un sólo organismo para el período de estudio. *Citharichthys spilopterus* se registró en los cinco primeros de los seis meses de muestreo. La densidad de larvas varió de 4 en junio a 272 larvas/100 m<sup>3</sup> para el mes de agosto con un promedio mensual de 84.7 larvas/100 m<sup>3</sup>. La densidad aumenta de abril a junio donde se registró la mayor densidad, decreció en junio y agosto; el mes de noviembre no registró organismos (Tabla 6; Fig. 9b)

### *Achirus lineatus* (Linnaeus, 1758) y *Trinectes maculatus* (Bloch & Schneider, 1801)

Son especies pertenecen a la familia Achiridae; *A. lineatus* fue la especie con mayor densidad de larvas y se registró en los seis meses de muestreo. La densidad varió de 3 larvas/100 m<sup>3</sup> en octubre y noviembre a 437 larvas/100 m<sup>3</sup> para el mes de agosto, con un promedio mensual de 134.6 larvas/100 m<sup>3</sup>, se presentaron dos picos de mayores densidades en mayo y agosto. La densidad aumenta de abril a mayo, disminuye en junio y aumenta nuevamente para agosto disminuyendo casi en su totalidad para los meses de octubre y noviembre (Tabla 6; Fig. 9c).

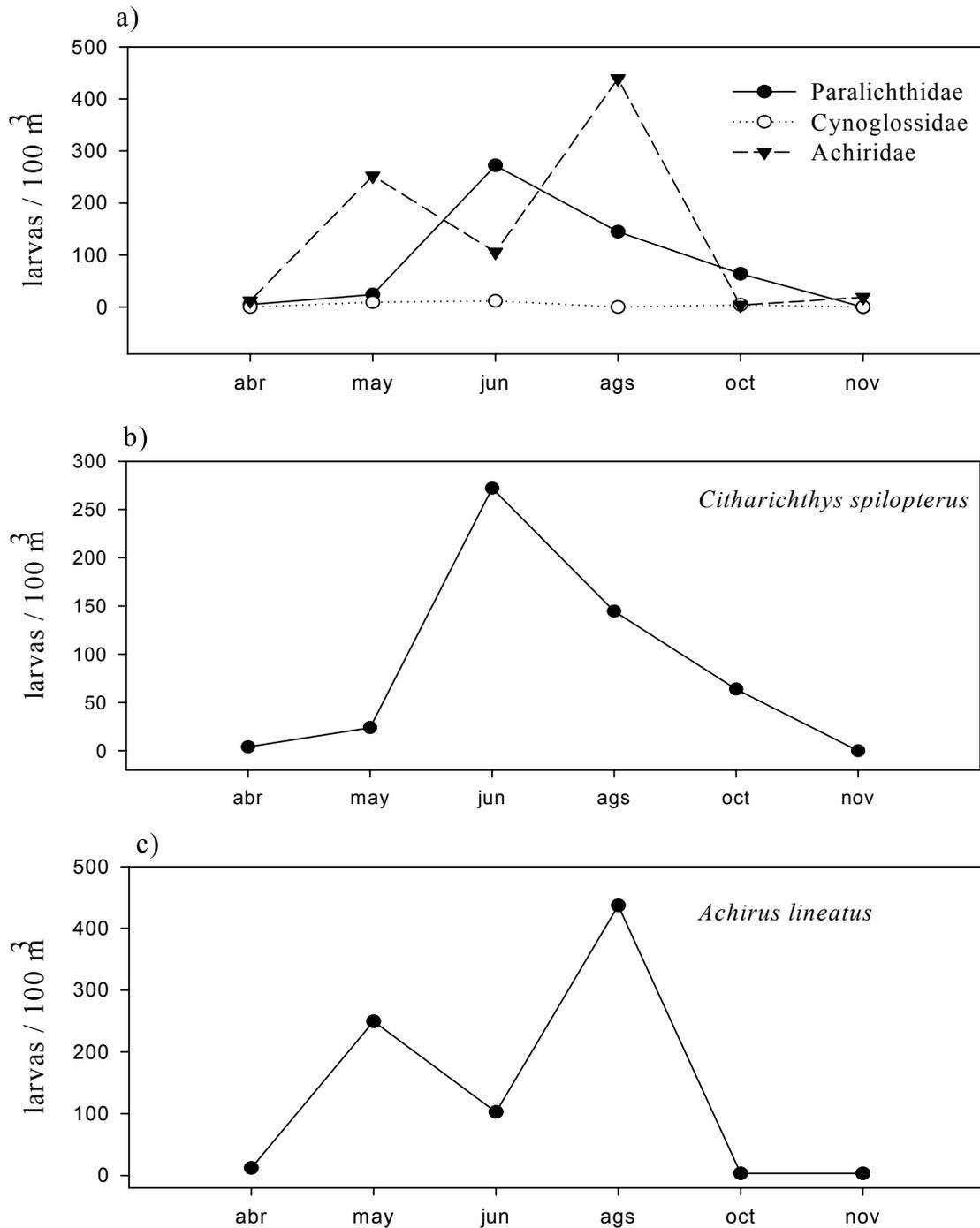


Fig. 9. Variación temporal de la densidad de larvas de las familias Paralicthyidae, Cynoglossidae y Achiridae (a) y de las especies *Citharichthys spilopterus* (b) y *Achirus lineatus* (c) en el período de muestreo.

## **Familia Penaeidae**

De las dos especies de peneidos identificados *Litopenaeus setiferus* y *Farfantepenaeus duorarum*, la primera fue mucho más abundante con una densidad de 13,617 larvas/100 m<sup>3</sup>, en tanto de *F. duorarum* sólo se capturaron 2,140 larvas/100 m<sup>3</sup> (Tabla 6; Fig. 10).

### *Litopenaeus setiferus* (Linnaeus, 1767)

Esta especie se registró en los seis meses de muestreo con densidades que variaron de 99 larvas/100 m<sup>3</sup> en abril a 7,604 99 larvas/100 m<sup>3</sup> en agosto, la densidad se incrementó de abril a mayo, decreció en junio y alcanzó su mayor densidad en agosto, disminuyó en octubre y noviembre (Fig. 10).

### *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1839)

Se registró en los seis meses de muestreo con densidades que fluctuaron de 61 larvas/100 m<sup>3</sup> en junio a 682 larvas/100 m<sup>3</sup> en agosto, la densidad se incrementó de abril a mayo decreció en junio, y alcanza su máxima densidad en agosto y octubre, decreció para el mes de noviembre a 91 larvas/100 m<sup>3</sup>, agosto y octubre presentaron densidades similares; octubre presentó una densidad de 673 larvas/100 m<sup>3</sup> (Fig. 10).

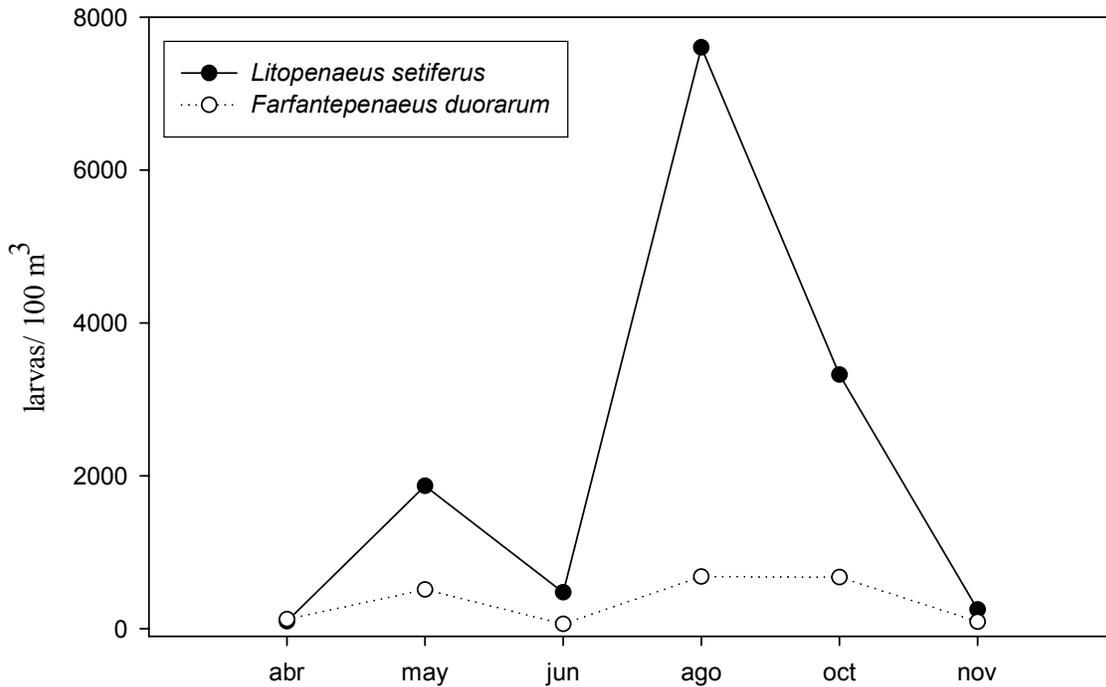


Fig. 10. Variación temporal de la densidad de larvas de *Litopenaeus setiferus* y *Farfantepenaeus duorarum* en el período de muestreo.

### Talla de las especies seleccionadas y su relación con la profundidad de muestreo

Se midieron todas las especies identificadas a fin de conocer si existe una penetración selectiva en la columna de agua o a lo largo del flujo en su momento de mayor velocidad. Los intervalos de tallas (longitud patrón) registradas fueron: *B. chrysoura* 1.02 a 4.51 mm, *C. arenarius*, 1.53 a 7.54 mm, *S. lanceolatus* 1.66 a 4.71 mm, *C. spilopterus*, 5.94 a 13.26 mm, *S. plagiusa*, 7.79 a 13.07 mm, *A. lineatus* 1.23 a 3.12 mm y *T. maculatus* 2.53 a 3.07 mm. Las tallas de *Litopenaeus setiferus* y *Farfantepenaeus duorarum* fluctuaron entre 4.98 y 11.61 mm, y entre 4.8 y 11.3 mm respectivamente, con una talla promedio de ingreso de 9.2 y 9.1 mm respectivamente; en ambas especies más del 78% de las larvas ingresaron a tallas superior a los 9 mm de longitud patrón.

Los resultados mostraron que la variación de las tallas de cada especie fue muy pequeña para cada mes de muestreo y no se encontraron por tanto diferencias que muestren una penetración selectiva por tallas.

### **Variación de la distribución vertical de las larvas de las especies seleccionadas**

Se procedió como primera vía de análisis, al uso de métodos estadísticos convencionales como el análisis de varianza (estadística paramétrica) y el no paramétrico Kruskal Wallis (estadística no paramétrica) para determinar si existen diferencias en la distribución vertical de la densidad de las larvas en relación con el nivel de muestreo (superficie, media, agua y fondo) durante los lances efectuados en cada mes.

De las especies analizadas, los resultados muestran que en ninguna de ellas se cumplen los supuestos para un análisis paramétrico y bajo la prueba Kruskal Wallis no se encontraron diferencias significativas de sus densidades entre los estratos muestreados.

Como fue señalado, de las pruebas empleadas la que rindió mejores resultados fue la de  $\chi^2$ , con la que se probaron las hipótesis planteadas; para la primera, que refiere a la uniformidad de la densidad de larvas respecto a la profundidad, se muestran los resultados en las tablas 7 a 12, a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con dos grados de libertad; el valor del cuantil correspondiente  $W_{0,95}$  es 5.991. Los valores significativos, son señalados en las tablas con doble asterisco (\*\*).

#### *Bairdiella chrysoura*

Esta especie presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los niveles de muestreo en junio y agosto (Tabla 7). Además los valores del residual estándar permiten establecer a que nivel de muestreo el ingreso es mayor o menor, para esta especie la mayor abundancia se registró en los niveles de media agua (3.5 m) y fondo (6.5 m) respectivamente donde se registraron las menores velocidades de corriente. Cabe aclarar sin embargo que los valores

de velocidad de corriente en la columna son muy similares con pequeñas diferencias. En octubre sólo se tiene registrado un organismo y en noviembre no se registró captura.

El valor residual estándar para junio a media agua es de 3.14 (Tabla 7), lo que nos permite interpretar un ingreso de larvas de *B. chrysooura* al sistema, y a 6.5 m es de -3.43; esto se interpreta como el nivel por donde existe un menor ingreso de larvas al sistema. En los meses restantes (abril y mayo) *B. chrysooura* presentó tendencias de ingreso en el fondo y media agua respectivamente donde las mayores densidades se encuentran relacionadas con velocidades de corriente de marea alta e intermedia (Tabla 7). Por consiguiente se deduce que la tendencia de ingreso de *B. chrysooura* se ubicó en media agua y fondo.

#### *Cynoscion arenarius*

El análisis de homogeneidad para la abundancia mostró que esta especie presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los niveles de muestreo en agosto y octubre, en estos meses los valores de residual estándar mostró que el mayor ingreso ocurre por el nivel de fondo (6.5 m); y está relacionada con la velocidad menor e intermedia, respectivamente (Tabla 8).

Durante los meses de abril, mayo, junio y noviembre no se registraron diferencias significativas de ingreso entre los niveles de la columna de agua, atribuible al bajo número de organismos capturados 5, 13 y 2 respectivamente (Tabla 8). El mes de junio presentó una tendencia de ingreso de media agua a la velocidad menor de corriente de marea; sin embargo para este mes la mayor y la menor velocidad de corriente fueron muy parecidas (Tabla 8) presentando pequeñas diferencias menores al 1.5%, por lo que no se puede considerar como un factor importante en el ingreso de larvas para este período.

Los meses de mayo, octubre y noviembre presentaron ingreso por el nivel de fondo (6.5 m); por lo que se infiere que la entrada de larvas de *C. arenarius* presentó una tendencia para introducirse al sistema en media agua y fondo, aunque no existe una relación de las mayores densidades con la mayor velocidades de corriente en el mes de octubre.

Tabla 7. Análisis de  $\chi^2$  para *Bairdiella chrysoura* en la columna de agua a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con (n - 1) dos grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 5.991 y (3-1) grados de libertad

Abril de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado Wi (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media Vi (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	336.18	38.07	8.00	2.38	15.73	-1.95
3.5	453.54	51.36	24.00	5.29	21.22	0.60
6.5	642.48	60.63	35.00	5.45	30.06	0.90
Total	1432.20	--	67.00	4.68	67.00	
$\chi^2$						4.97

Mayo de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado Wi (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media Vi (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	386.91	54.76	3.00	0.78	2.97	0.02
3.5	431.11	61.02	4.00	0.93	3.31	0.38
6.5	485.51	68.72	3.00	0.62	3.72	-0.38
Total	1303.54	--	10.00	0.77	10.00	
$\chi^2$						0.29

Junio de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado Wi (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media Vi (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	550.34	58.42	56.00	10.18	53.32	0.37
3.5	548.31	58.21	76.00	13.86	53.12	3.14
6.5	573.45	60.88	30.00	5.23	55.56	-3.43
Total	1672.10	--	162.00	9.69	162.00	
$\chi^2$						21.74**

Agosto de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado Wi (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media Vi (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	163.20	46.19	91.00	55.76	172.16	-6.19
3.5	292.03	41.34	173.00	59.24	308.06	-7.69
6.5	271.87	38.49	503.00	185.01	286.79	12.77
Total	727.10	--	767.00	105.49	767.00	
$\chi^2$						260.47**

Octubre de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado Wi (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media Vi (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	629.27	89.08	0.00	0.00	0.39	-0.63
3.5	352.88	66.60	0.00	0.00	0.22	-0.47
6.5	618.68	87.58	1.00	0.16	0.39	0.99
Total	1600.83	--	1.00	0.06	1.00	
$\chi^2$						1.59

Tabla 8. Análisis de  $\chi^2$  para *Cynoscion arenarius* en la columna de agua, a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  dos grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 5.991

Abril de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	336.18	38.07	2.00	0.59	1.17	0.76
3.5	453.54	51.36	2.00	0.44	1.58	0.33
6.5	642.48	60.63	1.00	0.16	2.24	-0.83
Total	1432.20	--	5.00	0.35	5.00	
$\chi^2$						1.38
Mayo de 1997						
0.5	386.91	54.76	2.00	0.52	3.86	-0.95
3.5	431.11	61.02	5.00	1.16	4.30	0.34
6.5	485.51	68.72	6.00	1.24	4.84	0.53
Total	1303.54	--	13.00	1.00	13.00	
$\chi^2$						1.29
Junio de 1997						
0.5	550.34	58.42	88.00	15.99	101.04	-1.30
3.5	548.31	58.21	117.00	21.34	100.67	1.63
6.5	573.45	60.88	102.00	17.79	105.29	-0.32
Total	1672.10	--	307.00	18.36	307.00	
$\chi^2$						4.44
Agosto de 1997						
0.5	163.20	46.19	15.00	9.19	114.70	-9.31
3.5	292.03	41.34	101.00	34.59	205.24	-7.28
6.5	271.87	38.49	395.00	145.29	191.07	14.75
Total	727.10	--	511.00	70.28	511.00	
$\chi^2$						357.26**
Octubre de 1997						
0.5	629.27	89.08	3.00	0.48	5.90	-1.19
3.5	352.88	66.60	0.00	0.00	3.31	-1.82
6.5	618.68	87.58	12.00	1.94	5.80	2.58
Total	1600.83	--	15.00	0.94	15.00	
$\chi^2$						11.37**
Noviembre de 1997						
0.5	464.2	52.56	0.00	0.00	0.50	-0.71
3.5	676.56	63.85	0.00	0.00	0.73	-0.86
6.5	709.06	80.29	2.00	0.28	0.77	1.41
Total	1849.82	--	2.00	0.11	2.00	
$\chi^2$						3.22

### *Citharichthys spilopterus*

Esta especie presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la columna de agua en junio y agosto, el ingreso mayor se registró en el nivel de media agua (3.5 m) a velocidad de corriente baja e intermedia; sin embargo en junio las velocidades mayor y menor presentaron pequeñas diferencias; es decir los valores de mayor y menor velocidad están muy cercanos por lo que se deduce que no es un factor importante en el ingreso de larvas para este período (Tabla 9). En el mes de abril se registraron pocos organismos por lo que no se aplicó la prueba de  $\chi^2$ , y en noviembre no se capturaron organismos.

En los meses de mayo y octubre las mayores abundancias de larvas manifestaron una tendencia de ingreso mayor en media agua; esta tendencia está relacionada con velocidad de corriente intermedia y baja respectivamente de estos resultados se deduce que el principal nivel de ingreso de *C. spilopterus* se localiza en el nivel de media agua (3.5 m).

### *Achirus lineatus*

De los resultados sobre *A. lineatus* (Tabla 10), agosto es el único mes que presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la columna de agua; los valores del residual estándar mostraron que el ingreso mayor se situó en el nivel de media agua (3.5 m) con una velocidad de corriente intermedia. Los meses de octubre y noviembre registraron pocos organismos capturados por lo que no fueron considerados para este análisis; los meses de abril y mayo manifestaron una tendencia de ingreso de media agua a valores intermedios de velocidad, mientras que en junio se observó una tendencia de ingreso por superficie a velocidades intermedia. Por lo tanto se puede predecir que la tendencia de ingreso de *A. lineatus* se situó básicamente de media agua.

Tabla 9. Análisis de  $\chi^2$  para *Citharichthys spilopterus* en la columna de agua a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  dos grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 5.991

Abril de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	336.18	38.07	0.00	0.00	0.94	-0.97
3.5	453.54	51.36	1.00	0.22	1.27	-0.24
6.5	642.48	60.63	3.00	0.47	1.79	0.90
Total	1432.20	--	4.00	0.28	4.00	
$\chi^2$						1.81

Mayo de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	386.91	54.76	2.00	0.52	5.05	-1.36
3.5	431.11	61.02	8.00	1.86	5.62	1.00
6.5	485.51	68.72	7.00	1.44	6.33	0.27
Total	1303.54	--	17.00	1.30	17.00	
$\chi^2$						2.91

Junio de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	550.34	58.42	40.00	7.27	52.33	-1.70
3.5	548.31	58.21	77.00	14.04	52.14	3.44
6.5	573.45	60.88	42.00	7.32	54.53	-1.70
Total	1672.10	--	159.00	9.51	159.00	
$\chi^2$						17.64**

Agosto de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	163.20	46.19	23.00	14.09	27.83	-0.92
3.5	292.03	41.34	64.00	21.92	49.80	2.01
6.5	271.87	38.49	37.00	13.61	46.36	-1.38
Total	727.10	--	124.00	17.05	124.00	
$\chi^2$						6.78**

Octubre de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	629.27	89.08	34.00	5.40	34.98	-0.17
3.5	352.88	66.60	28.00	7.93	19.62	1.89
6.5	618.68	87.58	27.00	4.36	34.40	-1.26
Total	1600.83	--	89.00	5.56	89.00	
$\chi^2$						5.20

Tabla 10. Análisis de  $\chi^2$  para *Achirus lineatus* en la columna de agua a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  dos grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 5.991

Abril de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s-1)	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	336.18	38.07	3.00	0.89	2.35	0.43
3.5	453.54	51.36	5.00	1.10	3.17	1.03
6.5	642.48	60.63	2.00	0.31	4.49	-1.17
Total	1432.20	--	10.00	0.70	10.00	
$\chi^2$						2.62

Mayo de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s-1)	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	386.91	54.76	45.00	11.63	56.40	-1.52
3.5	431.11	61.02	74.00	17.17	62.84	1.41
6.5	485.51	68.72	71.00	14.62	70.77	0.03
Total	1303.54	--	190.00	14.58	190.00	
$\chi^2$						4.29

Junio de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s-1)	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	550.34	58.42	32.00	5.81	22.71	1.95
3.5	548.31	58.21	19.00	3.47	22.63	-0.76
6.5	573.45	60.88	18.00	3.14	23.66	-1.16
Total	1672.10	--	69.00	4.13	69.00	
$\chi^2$						5.74

Agosto de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s-1)	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	163.20	46.19	28.00	17.16	59.93	-4.12
3.5	292.03	41.34	131.00	44.86	107.24	2.29
6.5	271.87	38.49	108.00	39.72	99.83	0.82
Total	727.10	--	267.00	36.72	267.00	
$\chi^2$						22.94**

### *Farfantepenaeus duorarum*

Los resultados sobre *F. duorarum* mostraron la existencia de diferencias significativas en la columna de agua muestreada ( $p < 0.05$ ) en cada uno de los seis meses (Tabla 11). Los valores del residual estándar permiten establecer que el mayor ingreso de larvas ocurrió por el fondo durante abril y mayo; por media agua en agosto y octubre y por la capa superficial en junio y noviembre.

En la tabla 11 (abril) el mayor número de larvas capturadas de *F. duorarum* (73 larvas) se ubica a una profundidad de 6.5 m (nivel 3) y se encuentra relacionada con la mayor velocidad de corriente (0.606 m/seg); el valor de residual estándar para este nivel es de 2.83, lo que nos permite interpretar que existe ingreso de larvas de *F. duorarum* al sistema, a la profundidad de 0.5 m (nivel 1) el valor es de -4.29; este valor se interpreta como el nivel donde el ingreso es menor.

Las mayores abundancias de larvas, durante los meses de abril, mayo y octubre se colectaron en los niveles donde se registró la mayor velocidad de corriente, en tanto en junio y agosto ocurrieron en los niveles con velocidad media y en noviembre se presentó donde se registraron las menores velocidades de corriente en la columna de agua.

Por lo tanto se deduce que la tendencia de ingreso de *F. duorarum* se presentó esencialmente a velocidades de corrientes altas e intermedias; estas velocidades y densidades ocurren básicamente en los niveles de media agua y fondo.

### *Litopenaeus setiferus*

De los valores obtenidos para *L. setiferus* se pueden observar diferencias significativas en cada uno de los seis meses de estudio (Tabla 12), en los meses de abril, mayo y noviembre los valores del residual estándar mostró que el mayor ingreso de esta especie ocurrió esencialmente por el fondo (6.5 m); para los meses de agosto y octubre el ingreso se presentó en el nivel de media agua (3.5 m) y en junio por superficie.

De lo anterior se infiere que *L. setiferus* básicamente ingresó de media agua hacia el fondo con excepción del mes de junio, en cinco de los seis meses (abril, mayo, agosto, octubre y noviembre) se observó que el mayor ingreso se presentó en estos dos niveles. De estos meses las mayores densidades de larvas se registraron con las mayores e intermedias velocidades de corriente, exceptuando el mes de octubre, donde el ingreso se ubicó en media agua con las menores velocidades de corriente. La excepción a esto se presentó en junio; donde el mayor ingreso se presentó en superficie a una velocidad de corriente intermedia; este mes tiene la particularidad de que las velocidades presentaron poca diferencia entre ellas.

Tabla 11. Análisis de  $\chi^2$  para *Farfentepenaeus duorarum* en la columna de agua a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  dos grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 5.991

Abril de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	336.18	38.07	5.00	1.49	27.46	-4.29
3.5	453.54	51.36	39.00	8.60	37.05	0.32
6.5	642.48	60.63	73.00	11.36	52.49	2.83
Total	1432.20	--	117.00	8.17	117.00	
$\chi^2$						26.49**
Mayo de 1997						
0.5	386.91	54.76	38.00	9.82	115.76	-7.23
3.5	431.11	61.02	131.00	30.39	128.98	0.18
6.5	485.51	68.72	221.00	45.52	145.26	6.28
Total	1303.54	--	390.00	29.92	390.00	
$\chi^2$						91.76**
Junio de 1997						
0.5	550.34	58.42	25.00	4.54	13.17	3.26
3.5	548.31	58.21	7.00	1.28	13.12	-1.69
6.5	573.45	60.88	8.00	1.40	13.72	-1.54
Total	1672.10	--	40.00	2.39	40.00	
$\chi^2$						15.87**
Agosto de 1997						
0.5	163.20	46.185	89.00	54.53	144.32	-4.61
3.5	292.03	41.335	340.00	116.43	258.25	5.09
6.5	271.87	38.4875	214.00	78.71	240.42	-1.70
Total	727.10	--	643.00	88.43	643.00	
$\chi^2$						49.99**
Octubre de 1997						
0.5	629.27	89.08	382.00	60.71	361.25	1.09
3.5	352.88	66.60	238.00	67.45	202.58	2.49
6.5	618.68	87.58	299.00	48.33	355.17	-2.98
Total	1600.83	--	919.00	57.41	919.00	
$\chi^2$						16.27**
Noviembre de 1997						
0.5	464.2	52.56	36.00	7.76	22.33	2.89
3.5	676.56	63.85	24.00	3.55	32.55	-1.50
6.5	709.06	80.29	29.00	4.09	34.11	-0.88
Total	1849.82	--	89.00	4.81	89.00	
$\chi^2$						11.38**

Tabla 12. Análisis de  $\chi^2$  para *Litopenaeus setiferus* en la columna de agua a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  dos grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 5.991

Abril de 1997						
Profundidad de la red (m)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
0.5	336.18	38.07	4.00	1.19	22.06	-3.85
3.5	453.54	51.36	36.00	7.94	29.77	1.14
6.5	642.48	60.63	54.00	8.40	42.17	1.82
Total	1432.20	--	94.00	6.56	94.00	
$\chi^2$						19.41**
Mayo de 1997						
0.5	386.91	54.76	145.00	37.48	416.14	-13.29
3.5	431.11	61.02	517.00	119.92	463.67	2.48
6.5	485.51	68.72	740.00	152.42	522.19	9.53
Total	1303.54	--	1402.00	107.55	1402.00	
$\chi^2$						273.65**
Junio de 1997						
0.5	550.34	58.42	148.00	26.89	89.85	6.13
3.5	548.31	58.21	79.00	14.41	89.52	-1.11
6.5	573.45	60.88	46.00	8.02	93.63	-4.92
Total	1672.10	--	273.00	16.33	273.00	
$\chi^2$						63.09**
Agosto de 1997						
0.5	163.20	46.185	931.00	570.47	1514.16	-14.99
3.5	292.03	41.335	3281.00	1123.51	2709.44	10.98
6.5	271.87	38.4875	2534.00	932.06	2522.40	0.23
Total	727.10	--	6746.00	927.80	6746.00	
$\chi^2$						345.22**
Octubre de 1997						
0.5	629.27	89.08	1807.00	287.16	1799.57	0.18
3.5	352.88	66.60	1171.00	331.84	1009.15	5.09
6.5	618.68	87.58	1600.00	258.62	1769.28	-4.02
Total	1600.83	--	4578.00	285.98	4578.00	
$\chi^2$						42.18**
Noviembre de 1997						
0.5	464.2	52.56	74.00	15.94	59.98	1.81
3.5	676.56	63.85	56.00	8.28	87.41	-3.36
6.5	709.06	80.29	109.00	15.37	91.61	1.82
Total	1849.82	--	239.00	12.92	239.00	
$\chi^2$						17.87**

### **Variación de la densidad de larvas de las especies seleccionadas a través del lapso de muestreo**

La segunda hipótesis planteada atendió a la variación de la densidad de organismos capturados a través del lapso de muestreo, independientemente del nivel de captura.

Para este análisis se empleó de nuevo la prueba de  $\chi^2$  (McCleave *et al.*, 1987). Se tomó como número de organismos capturados para cada lance, la suma del número de larvas de los tres niveles; a partir de este valor se calcularon las capturas esperadas derivadas de los volúmenes filtrados.

El supuesto para este análisis es que las larvas penetran a la laguna con la corriente, pero su densidad en la boca depende de su distribución en el área externa. Asumiendo que su comportamiento estratégico les lleva a ubicarse cerca de la boca para esperar el inicio de la mayor velocidad de corriente en cada ciclo; cabe esperar entonces que la mayor cantidad de larvas penetren al inicio de la mayor velocidad y disminuyan hacia el final del período.

Esta idea sin embargo debe estar condicionada por la propia distribución de los organismos fuera de la boca; si la mayor parte de éstos están cerca de la boca, probablemente al inicio del ciclo penetren con mayor abundancia.

Los resultados de  $\chi^2$  muestran para las especies de camarón (*L. setiferus* y *F. duorarum*,) diferencias significativas entre los primeros y últimos muestreos en el lapso de máxima velocidad de flujo de marea, en todos los meses; en tanto las larvas de *B. chrysurus*, *C. arenarius*, *C. spilopterus* y *A. lineatus* tuvieron una situación irregular, aunque de manera general los meses en que se registraron diferencias significativas correspondieron a aquellos donde ocurrió la mayor densidad de cada especie (Tablas 13 a 18).

Los valores del residual estándar, muestran que las especies de peces y camarones ingresaron con mayor abundancia en los primeros momentos del lapso de alta velocidad, que de acuerdo al proceso de muestreo realizado en este trabajo se puede definir como los

primeros tres lances. Una diferencia puede notarse entre las larvas de camarones y peces, y es que los primeros fueron más abundantes en el primer lance (Tablas 13 a 18), en tanto las larvas de peces en los meses con diferencias significativas, lo fueron en el segundo y tercer lance.

### *Bairdiella chrysoura*

La densidad de larvas de *B. chrysoura* durante los meses de abril, mayo y junio disminuyó conforme transcurrió la secuencia de lances (Figs. 11a, b, c). Para el mes de agosto esta relación no es evidente (Fig. 11d); el mes de octubre sólo tiene registrado un lance (Fig. 11e) y noviembre no tiene registro de larvas.

En el mes de abril la densidad varió de 3 a 29 larvas/100 m<sup>3</sup>; el primer lance registró 15 larvas/100 m<sup>3</sup>; incrementándose hacia el lance 2 con un valor de 29 larvas/100 m<sup>3</sup>; posteriormente disminuye paulatinamente hacia los lances siguientes hasta alcanzar la menor densidad en el lance 6 con una densidad de 3 larvas/100 m<sup>3</sup> (Fig. 11a).

En mayo la densidad varió ligeramente de 4.1 a 5.2 larvas/100 m<sup>3</sup>, la mayor densidad se presentó en el lance 2 y disminuyó hacia el último lance (4) (Fig. 11b). Para el mes de junio la densidad varió de 11 a 135 larvas/100 m<sup>3</sup>, se observó un decremento en la densidad del lance 1 al 7 con un ligero aumento hacia el lance 8; para este mes la mayor densidad se concentra en el primer lance (Fig. 11c). En agosto la densidad varía de 17 a 441 larvas/100 m<sup>3</sup>; se registró un decremento en la densidad del lance 1 al 2, posteriormente aumenta hacia el lance 3 disminuyendo hacia el lance 4 (Fig. 11d)

En los meses de abril, mayo y junio la mayoría de las larvas ingresaron en los primeros lances disminuyendo hacia el final del período de muestreo, por lo que al final del período de muestreo aun existiendo una velocidad de corriente alta la densidad de *B. chrysoura* es menor; ya que la mayoría ha ingresado al sistema.

### *Cynoscion arenarius*

No fue evidente para esta especie que exista una relación entre la densidad de larvas y la secuencia de lances (Fig. 12); excepto en mayo.

Para el mes de abril la densidad de larvas varió de 0 a 1.50 larvas/100 m<sup>3</sup>; se presentó un aumento del lance 1 al 2 disminuyendo paulatinamente hacia el lance 4 y posteriormente se incrementó hacia el lance 6 (Fig. 12a). En mayo la densidad varió de 0 a 4.8 larvas/100 m<sup>3</sup>; en este mes la mayor densidad se concentra en los 4 primeros lances con una disminución total del número de larvas hacia el lance 6 (Fig. 12b). Para el mes de junio la densidad varió de 31 a 90 larvas/100 m<sup>3</sup>, se observó un incremento del lance 1 al 3 con un posterior decremento en el lance 4; incrementándose hacia el lance 6, volviendo a descender hacia el final del ciclo de muestreo (Fig. 12c).

En agosto la densidad promedio varió de 14 a 348 larvas/100 m<sup>3</sup>, se observó una disminución del lance 1 al 2 con un posterior incremento al lance 3, que prosigue con un descenso hacia el lance 4 (Fig. 12d). El mes de octubre presentó una densidad promedio que varía de 0 a 6.2 larvas/100 m<sup>3</sup>, se observó un incremento del lance 1 al 4 (Fig. 12e). Noviembre presentó las menores densidades promedio que van de 0 a 0.66 larvas/100 m<sup>3</sup>; en este mes únicamente los lances 2 y 6 presentaron densidades de larvas (Fig. 12f).

Del análisis mensual de ingreso de larvas de *C. arenarius*; los meses de octubre y noviembre presentaron muy baja densidad de larvas, por lo que no se analizaron estadísticamente. En los meses de abril, mayo y junio la mayor parte de los organismos penetraron durante los primeros lances disminuyendo hacia el final del ciclo de muestreo. De manera general en cada mes de muestreo; al inicio de este proceso sólo penetraron los que están distribuidos cerca de la boca; estos se reúnen lateralmente a la línea de costa cercana a la boca de la laguna de acuerdo al proceso de su desarrollo. Se observó además que existe un repunte de entrada de larvas después de un decremento como ocurrió en los meses de abril y junio producto de la distribución de la especie fuera de la boca. Al final del ciclo de muestreo aunque la velocidad de corriente de marea puede seguir siendo igual o

mayor el número de larvas será menor; ya que el número de organismos estuarino-dependientes ya han ingresado en su mayoría; una excepción ocurrió en octubre, donde las mayores densidades se encuentran hacia el final del ciclo. Esto puede ser explicado considerando que una parte de la población se encuentra lejos de la boca para poder penetrar al inicio de las velocidades altas.

### *Stellifer lanceolatus*

Esta especie se encuentra registrada en 3 de los 6 meses de muestreo; mayo y junio fueron los meses que presentaron una relación entre la densidad y el número de lances más evidente que el mes de agosto.

La densidad de *S. lanceolatus* para el mes de mayo varió de 2.5 a 3.9 larvas/100 m<sup>3</sup>; se presentó un incremento en la densidad del lance 1 al 3, posteriormente decreció de forma total hacia el lance 6 (Fig. 15a). La densidad para el mes de junio varió de 1 a 3.7 larvas/100 m<sup>3</sup>; la mayor densidad se presentó en el primer lance, disminuyendo para los lances 2, 3 y 4, se incrementó en el lance 5 y disminuyó nuevamente para el lance 6 (Fig. 13b). En agosto la densidad varió de 5 a 84 larvas/100 m<sup>3</sup>, se observó un decremento en la densidad del lance 1 al 2 incrementándose al 3, siguiendo de un descenso hacia el lance 4 (Fig. 13c).

El análisis mensual para el mes de mayo y junio, además de presentar baja densidad de organismos, se observó claramente como la mayor parte de las larvas ingresaron en los primeros lances de muestreo; en agosto no es evidente esta relación, debido a que el lance 3 registró la mayor densidad, sin embargo se observó una disminución en la densidad para el último lance de muestreo; esto se puede explicar si se considera que una parte de la población se encuentra lejos de la boca para ingresar al inicio de las altas velocidades de corriente.

Tabla 13. Análisis de  $\chi^2$  para *Bairdiella chrysoura* en el lapso de muestreo por número de lances a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  cinco grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 11.07

Abril de 1997						
Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s-1)	No de org. capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	112.6	63.75	17	15.10	5.27	5.11
2	224.68	42.41	20	8.90	10.51	2.93
3	255.07	48.14	15	5.49	11.93	0.60
4	284.41	53.67	7	2.46	13.31	-1.73
5	286.71	54.11	6	2.09	13.41	-2.02
6	268.73	50.72	3	1.12	12.57	-3
Total	1432.20	--	67	4.68	67.00	
$\chi^2$						49.43**

Mayo de 1997						
Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s-1)	No de org. capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	180.6	51.12	3	1.66	1.39	1.37
2	233.3	66.05	4	1.71	1.79	1.65
3	238.74	67.59	0	0.00	1.83	-1.35
4	221.94	62.83	3	1.35	1.70	0.99
5	193.47	54.77	0	0.00	1.48	-1.22
6	235.47	66.66	0	0.00	1.81	-1
Total	1303.52	--	10	0.77	10.00	
$\chi^2$						10.72

Continuación de la tabla 13.

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  siete grados de libertad, el valor del cuartil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 14.067

Junio de 1997						
Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s-1)	No de org. capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	105.95	29.99	40	37.75	10.26	9.28
2	177.34	50.20	22	12.41	17.18	1.16
3	179.79	50.89	22	12.24	17.42	1.10
4	223.92	63.39	16	7.15	21.69	-1.22
5	228.57	64.71	10	4.38	22.14	-2.58
6	252.41	71.46	2	7.92	24.45	-0.90
7	273.03	77.29	10	3.66	26.45	-3.20
8	231.09	65.42	22	9.52	22.39	0
Total	1672.10	--	162	9.69	162.00	
$\chi^2$						107.90**

Continuación de la tabla 13.

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  tres grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 7.815

Agosto de 1997

Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s-1)	No de org. capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	338.86	63.95	367	108.30	357.46	0.50
2	135.22	38.28	12	8.87	142.64	-10.94
3	90.16	25.53	200	221.83	95.11	10.76
4	162.86	30.74	188	115.44	171.80	1.24
Total	727.10	--	767	105.49	767.00	
$\chi^2$						237.12**

Tabla 14. Análisis de  $\chi^2$  para *Cynoscion arenarius* en el lapso de muestreo por número de lances a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  cinco grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 11.07

Abril de 1997

Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s-1)	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	112.6	63.75	0	0.00	0.39	-0.63
2	224.68	42.41	1	0.45	0.78	0.24
3	255.07	48.14	1	0.39	0.89	0.12
4	284.41	53.67	1	0.35	0.99	0.01
5	286.71	54.11	1	0.35	1.00	0.00
6	268.73	50.72	1	0.37	0.94	0
Total	1432.20	--	5	0.35	5.00	
$\chi^2$						0.47

Mayo de 1997

1	180.6	51.12	2	1.11	1.80	0.15
2	233.3	66.05	4	1.71	2.33	1.10
3	238.74	67.59	3	1.26	2.38	0.40
4	221.94	62.83	3	1.35	2.21	0.53
5	193.47	54.77	1	0.52	1.93	-0.67
6	235.47	66.66	0	0.00	2.35	-2
Total	1303.52	--	13	1.00	13.00	
$\chi^2$						4.46

Continuación de la tabla 14.

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  siete grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 14.067

Junio de 1997

Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	105.95	29.99	15	14.16	19.45	-1.01
2	177.34	50.2	38	21.43	32.56	0.95
3	179.79	50.89	33	18.35	33.01	0.00
4	223.92	63.39	23	10.27	41.11	-2.82
5	228.57	64.71	34	14.88	41.97	-1.23
6	252.41	71.46	76	30.11	46.34	4.36
7	273.03	77.29	51	18.68	50.13	0.12
8	231.09	65.42	37	16.01	42.43	-1
Total	1672.10	--	307	18.36	307.00	
$\chi^2$						31.11**

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  tres grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 7.815

Agosto de 1997

1	338.86	63.95	192	56.66	238.15	-2.99
2	135.22	38.28	10	7.40	95.03	-8.72
3	90.16	25.53	158	175.24	63.36	11.89
4	162.86	30.74	151	92.72	114.46	3.42
Total	727.10	--	511	70.28	511.00	
$\chi^2$						238.04**

Octubre de 1997

1	383.97	72.48	0	0.00	3.60	-1.90
2	394.87	74.52	0	0.00	3.70	-1.92
3	453.9	85.67	3	0.66	4.25	-0.61
4	368.09	104.22	12	3.26	3.45	4.60
Total	1600.83	--	15	0.94	15.00	
$\chi^2$						28.87**

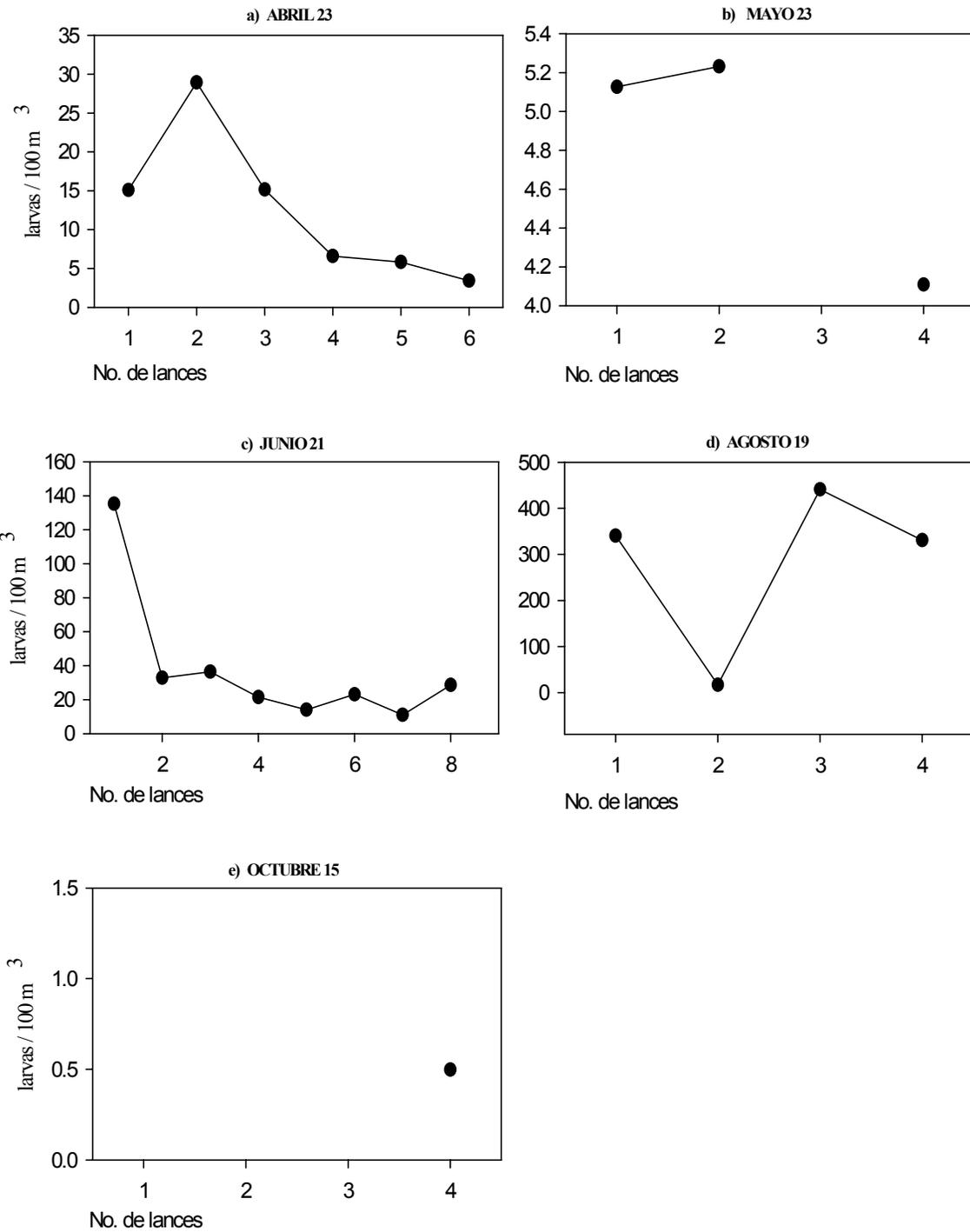


Fig. 11. Larvas /100 m<sup>3</sup> de *Bairdiella chrysoura* por número de lance en la Boca de Santana de abril a octubre de 1997.

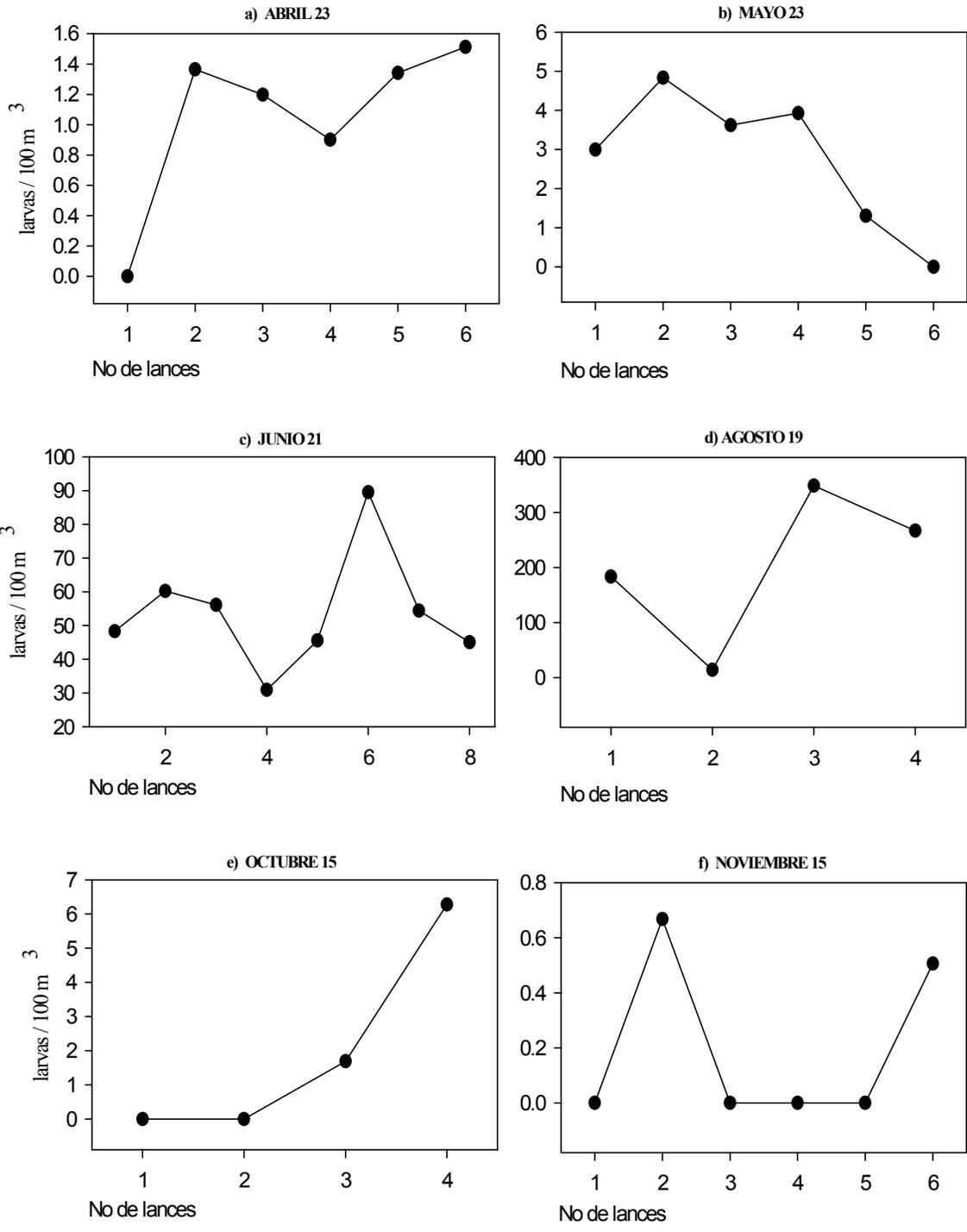


Fig. 12. Larvas/100 m<sup>3</sup> de *Cynoscion arenarius* por número de lance en la Boca de Santana de abril a noviembre de 1997.

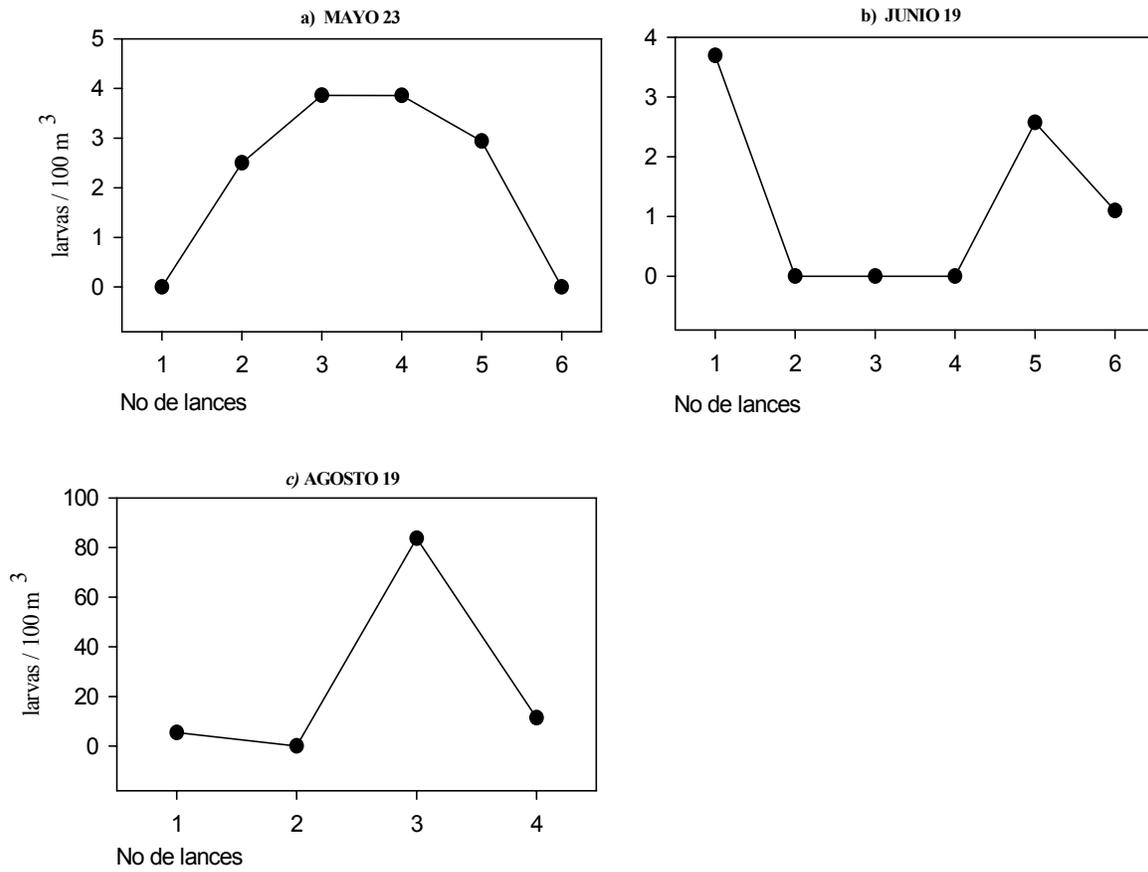


Fig. 13. Larvas/100 m<sup>3</sup> de *Stellifer lanceolatus* por número de lance en la Boca de Santana de mayo a agosto de 1997.

### *Citharichthys spilopterus*

De los seis meses de muestreo *C. spilopterus* está ausente en el mes de noviembre. En el análisis correspondiente a la densidad por número de lance es evidente la relación de la densidad de larvas y la secuencia de lance en cada mes de muestreo, el ingreso de esta especie se presentó básicamente en los dos primeros lances decreciendo hacia el final del período de muestreo (Fig. 14).

La densidad en abril varió de 0.9 a 1.78 larvas/100 m<sup>3</sup>; se observó un decremento en la densidad de los lances 1 a 6, en los dos últimos lances disminuye de forma total (Fig. 14a). En mayo la densidad varió de 1.4 a 10 larvas/100 m<sup>3</sup>; la densidad de los lances 1 y 2, disminuye hacia los lance siguientes donde los últimos lances presentan las menores densidades (Fig. 14b). En los meses de junio, agosto y octubre la densidad varió de 1 a 98 larvas/100 m<sup>3</sup>; de 7 a 72 larvas/100 m<sup>3</sup>; y de 11 a 27 larvas/100 m<sup>3</sup> respectivamente, en estos meses también las mayores densidades se registraron en los primeros lances del muestreo y las menores densidades al final del mismo periodo (Fig. 14c, d, e).

### *Achirus lineatus*

En la presente especie no es evidente la relación entre la densidad de larvas y la secuencia de lances de muestreo; en abril, mayo, junio y octubre se observó esta relación, donde la densidad decreció conforme el número de lances, en cambio en agosto y noviembre se observó un aumento en la densidad hacia los lances finales (Fig. 15).

En el mes de abril, mayo y junio la densidad varió de 1 a 4; de 11 a 72 y de 7 a 19 larvas/100 m<sup>3</sup> respectivamente y presentó un aumento en la densidad de los lances 1 a 3 disminuyendo hacia el lance 5 incrementándose hacia el lance 6 (Fig. 15a, 15b, 15c). La mayor densidad de encuentra registrada en los 4 primeros lances y disminuye al final del período de muestreo.

En agosto la densidad varió de 53 a 173 larvas/100 m<sup>3</sup> con un aumento en la densidad del lance 1 al lance 4 (Fig. 15d); caso opuesto se presentó en el mes de octubre donde la

densidad varió de 1 a 2.5 larvas/100 m<sup>3</sup>; donde se observó una disminución total de la densidad del lance 1 al 4 (Fig. 15e). Noviembre registró las menores densidades que van de 0.7 a 1.5 larvas/100 m<sup>3</sup>; el lance 3 es el evento que registró la mayor densidad.

Tabla 15. Análisis de  $\chi^2$  para *Citharichthys spiloterus* en el lapso de muestreo por número de lances a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  cinco grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 11.07

Abril de 1997						
Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	112.6	63.75	2	1.78	0.31	3.01
2	224.68	42.41	1	0.45	0.63	0.47
3	255.07	48.14	0	0.00	0.71	-0.84
4	284.41	53.67	1	0.35	0.79	0.23
5	286.71	54.11	0	0.00	0.80	-0.89
6	268.73	50.72	0	0.00	0.75	-1
Total	1432.20	--	4	0.28	4.00	
$\chi^2$						11.57**

Mayo de 1997						
Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	180.6	51.12	6	3.32	2.36	2.37
2	233.3	66.05	8	3.43	3.04	2.84
3	238.74	67.59	1	0.42	3.11	-1.20
4	221.94	62.83	2	0.90	2.89	-0.53
5	193.47	54.77	0	0.00	2.52	-1.59
6	235.47	66.66	0	0.00	3.07	-2
Total	1303.52	--	17	1.30	17.00	
$\chi^2$						21.02**

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  siete grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 14.067

Junio de 1997						
Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	105.95	29.99	23	21.71	10.07	4.07
2	177.34	50.2	58	32.71	16.86	10.02
3	179.79	50.89	18	10.01	17.10	0.22
4	223.92	63.39	22	9.82	21.29	0.15
5	228.57	64.71	15	6.56	21.73	-1.44
6	252.41	71.46	20	7.92	24.00	-0.82
7	273.03	77.29	2	0.73	25.96	-4.70
8	231.09	65.42	1	0.43	21.97	-4
Total	1672.10	--	159	9.51	159.00	
$\chi^2$						161.89**

Continuación Tabla 15.

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  tres grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 7.815

Agosto de 1997						
1	338.86	63.95	81	23.90	57.79	3.05
2	135.22	38.28	31	22.93	23.06	1.65
3	90.16	25.53	8	8.87	15.38	-1.88
4	162.86	30.74	4	2.46	27.77	-4.51
Total	727.10	--	124	17.05	124.00	
$\chi^2$						35.94**

Octubre de 1997						
1	383.97	72.48	32	8.33	21.35	2.94
2	394.87	74.52	14	3.55	21.95	-1.28
3	453.9	85.67	21	4.63	25.24	-0.34
4	368.09	104.22	22	5.98	20.46	-1.05
Total	1600.83	--	89	5.56	89.00	
$\chi^2$						9.02**

Tabla 16. Análisis de  $\chi^2$  para *Achirus lineatus* en el lapso de muestreo por número de lances a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  cinco grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 11.07

Abril de 1997						
Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	112.6	63.75	0	0.00	0.79	-0.89
2	224.68	42.41	1	0.45	1.57	-0.45
3	255.07	48.14	4	1.57	1.78	1.66
4	284.41	53.67	2	0.70	1.99	0.01
5	286.71	54.11	1	0.35	2.00	-0.71
6	268.73	50.72	2	0.74	1.88	0
Total	1432.20	--	10	0.70	10.00	
$\chi^2$						4.27

Mayo de 1997						
1	180.6	51.12	7	3.88	26.32	-3.77
2	233.3	66.05	52	22.29	34.01	3.09
3	238.74	67.59	47	19.69	34.80	2.07
4	221.94	62.83	53	23.88	32.35	3.63
5	193.47	54.77	18	9.30	28.20	-1.92
6	235.47	66.66	13	5.52	34.32	-4
Total	1303.52	--	190	14.58	190.00	
$\chi^2$						58.10**

Continuación Tabla 16.

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  siete grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 14.067

Junio de 1997

1	105.95	29.99	6	5.66	4.37	0.78
2	177.34	50.2	11	6.20	7.32	1.36
3	179.79	50.89	8	4.45	7.42	0.21
4	223.92	63.39	7	3.13	9.24	-0.74
5	228.57	64.71	8	3.50	9.43	-0.47
6	252.41	71.46	14	5.55	10.42	1.11
7	273.03	77.29	6	2.20	11.27	-1.57
8	231.09	65.42	9	3.89	9.54	0
Total	1672.10	--	69	4.13	69.00	
$\chi^2$						6.99

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con tres grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 7. 815

Agosto de 1997

1	338.86	63.95	57	16.82	124.43	-6.05
2	135.22	38.28	47	34.76	49.65	-0.38
3	90.16	25.53	63	69.88	33.11	5.20
4	162.86	30.74	100	61.40	59.80	5.20
Total	727.10	--	267	36.72	267.00	
$\chi^2$						90.69**

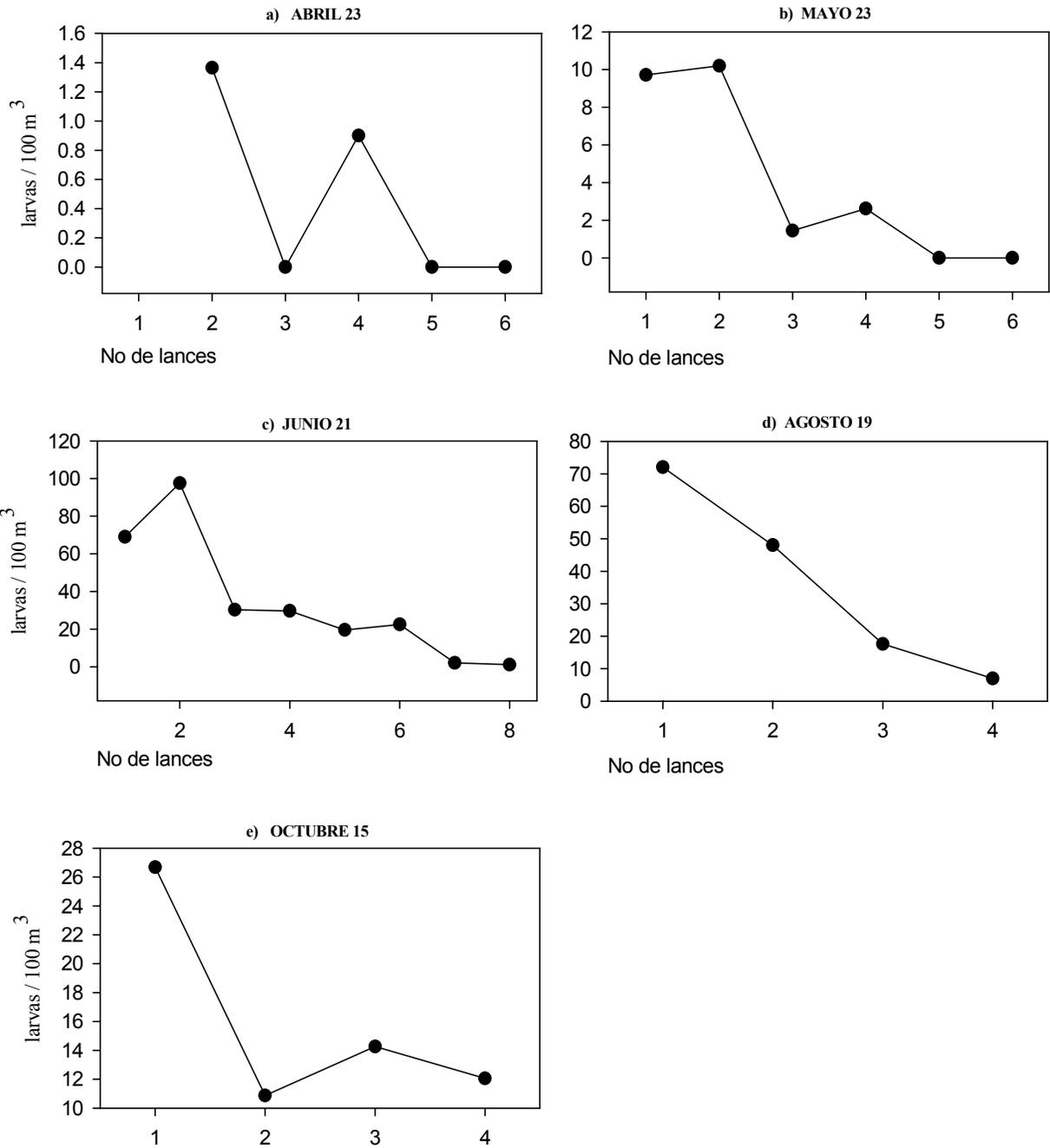


Fig. 14. Larvas/100 m<sup>3</sup> de *Citharichthys spilopterus* por número de lance en la Boca de Santana de abril a noviembre de 1997.

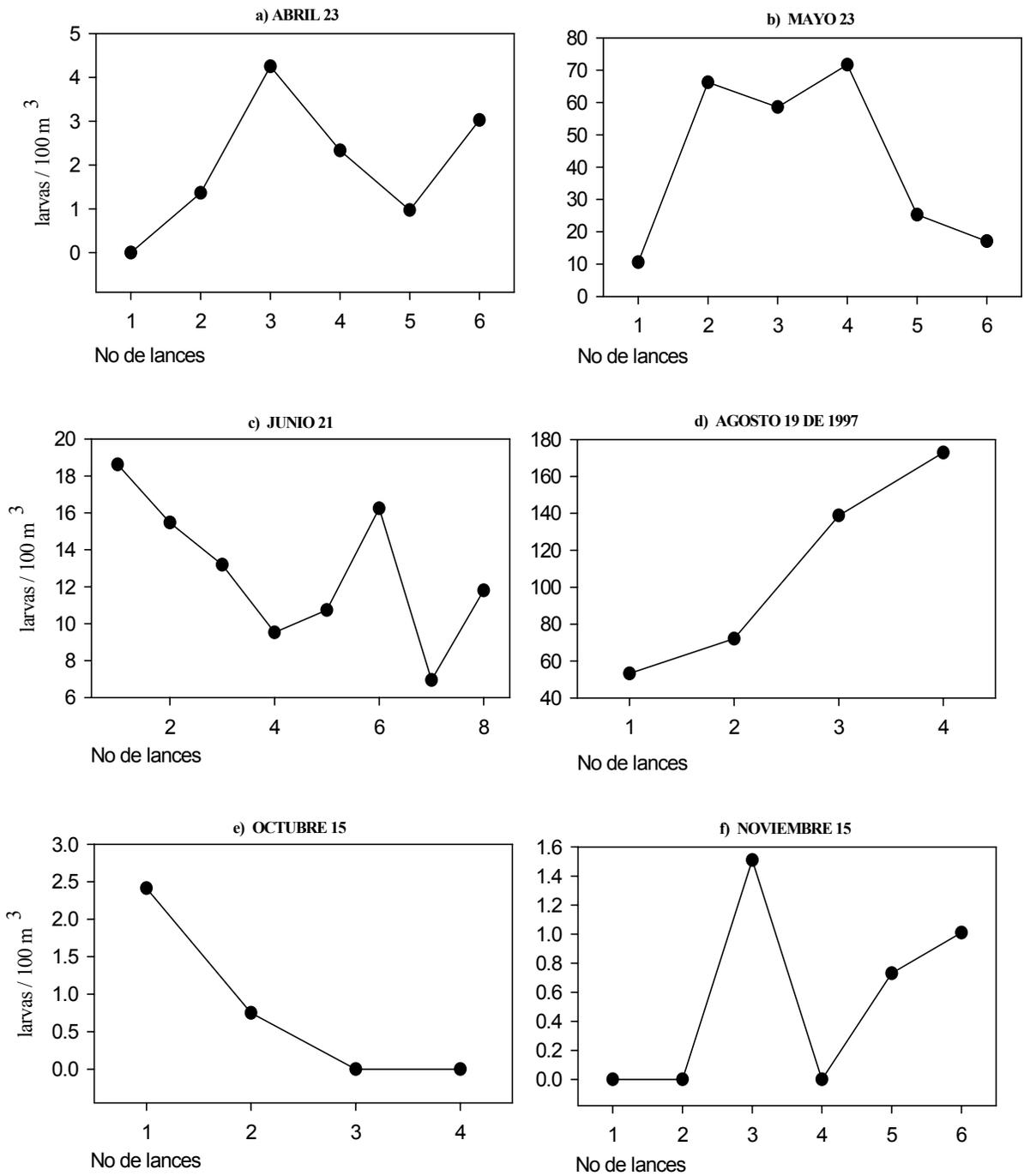


Fig. 15. Larvas/100 m<sup>3</sup> de *Achirus lineatus* por número de lance en la Boca de Santana de abril a noviembre de 1997.

### *Farfantepenaeus duorarum*

La densidad de *F. duorarum* para el mes de abril varió de 11 a 34 larvas/100 m<sup>3</sup>; en mayo de 6 a 132 larvas/100 m<sup>3</sup>; en junio de 2 a 15 larvas/100 m<sup>3</sup>; para agosto de 34 a 433 larvas/100 m<sup>3</sup>; octubre varió de 78 a 320 larvas/100 m<sup>3</sup> y el mes de noviembre de 2 a 29 larvas/100 m<sup>3</sup>; donde las mayores densidades se registraron en los primeros lances del período del muestreo, por lo que se observó una relación de la densidad con el número de lances en dicho período (Fig. 16).

### *Litopenaeus setiferus*

La densidad de *L. setiferus* para el mes de abril varió de 8 a 31 larvas/100 m<sup>3</sup>; en mayo de 16 a 434 larvas/100 m<sup>3</sup>; en junio de 16 a 195 larvas/100 m<sup>3</sup>; para agosto de 580 a 4229 larvas/100 m<sup>3</sup>; octubre varió de 380 a 1452 larvas/100 m<sup>3</sup> y el mes de noviembre de 6 a 104 larvas/100 m<sup>3</sup>; ésta especie registró datos similares a *F. duorarum* donde las mayores densidades se ubican en los primeros lances del período del muestreo, y por consiguiente la relación de la densidad con el número de lances en dicho período (Fig. 17).

Al efectuar el análisis correspondiente de la variación de la densidad de larvas de camarones para la secuencia de lances tanto para *F. duorarum* como para *L. setiferus* es evidente que ambas especies presentaron una relación entre las larvas y la sucesión de lances efectuados en el muestreo.

En los seis meses de muestreo analizados, el ingreso de las dos especies de camarones se presentaron en los primeros tres o cuatro lances disminuyendo hacia el final de cada período de muestreo (Fig. 16 y 19), en este proceso se observó que en su mayoría los organismos ingresaron en los primeros lances, debido a que estos se encuentran distribuidos cerca del área de la boca y “están esperando” el momento indicado para ingresar al área de crianza los cual coincide con el inicio de las mayores velocidades de corriente de marea en los primeros lances del muestreo.

Se puede presentar un repunte de ingreso de larvas después de una disminución de la misma, como es el caso de *F. duorarum* y para el mes de junio. Este proceso es producto de la distribución fuera de la boca, por lo que las densidades fueron menores al final del período de muestreo no obstante que al final del muestreo la velocidad de corriente de marea puede ser igual o mayor, el número de larvas disminuirá considerablemente ya que ya han ingresado en su mayoría.

Tabla 17. Análisis de  $\chi^2$  para *Farfantepenaeus duorarum* en el lapso de muestreo por número de lances a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  cinco grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 11.07

Abril de 1997						
Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	112.60	63.75	18	15.99	9.20	2.90
2	224.68	42.41	24	10.68	18.35	1.32
3	255.07	48.14	30	11.76	20.84	2.01
4	284.41	53.67	12	4.22	23.23	-2.33
5	286.71	54.11	11	3.84	23.42	-2.57
6	268.73	50.72	22	8.19	21.95	0
Total	1432.20	--	117	8.17	117.00	
$\chi^2$						26.21**

Mayo de 1997						
Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	180.6	51.12	49	27.13	54.03	-0.68
2	233.3	66.05	97	41.58	69.80	3.26
3	238.74	67.59	88	36.86	71.43	1.96
4	221.94	62.83	100	45.06	66.40	4.12
5	193.47	54.77	51	26.36	57.88	-0.90
6	235.47	66.66	5	2.12	70.45	-8
Total	1303.52	--	390	29.92	390.00	
$\chi^2$						93.54**

Continuación Tabla 17.

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  siete grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 14.067

Junio de 1997

1	105.95	29.99	7	6.61	2.53	2.80
2	177.34	50.2	10	5.64	4.24	2.80
3	179.79	50.89	4	2.22	4.30	-0.15
4	223.92	63.39	3	1.34	5.36	-1.02
5	228.57	64.71	5	2.19	5.47	-0.20
6	252.41	71.46	7	2.77	6.04	0.39
7	273.03	77.29	2	0.73	6.53	-1.77
8	231.09	65.42	2	0.87	5.53	-2
Total	1672.10	--	40	2.39	40.00	
$\chi^2$						22.33**

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  tres grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 7.815

Agosto de 1997

Número de lances	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	338.86	63.95	493	145.49	299.67	11.17
2	135.22	38.28	103	76.17	119.58	-1.52
3	90.16	25.53	27	29.95	79.73	-5.91
4	162.86	30.74	20	12.28	144.02	-10.33
Total	727.10	--	643	88.43	643.00	
$\chi^2$						368.71**

Octubre de 1997

1	383.97	72.48	388	101.05	220.43	11.29
2	394.87	74.52	172	43.56	226.69	-3.63
3	453.9	85.67	215	47.37	260.57	-2.82
4	368.09	104.22	144	39.12	211.31	-4.63
Total	1600.83	--	919	57.41	919.00	
$\chi^2$						169.99**

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  cinco grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 11.07

Noviembre de 1997

1	130.45	24.62	12	9.20	6.28	2.28
2	379.16	71.56	26	6.86	18.24	1.82
3	420.19	79.31	14	3.33	20.22	-1.38
4	259.08	73.35	3	1.16	12.47	-2.68
5	263.77	74.67	3	1.14	12.69	-2.72
6	397.17	74.95	31	7.81	19.11	3
Total	1849.82	--	89	4.81	89.00	
$\chi^2$						32.42**

Tabla 18 Análisis de  $\chi^2$  para *Litopenaeus setiferus* en el lapso de muestreo por número de lances a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  cinco grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 11.07

Abril de 1997						
Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	112.6	63.75	20	17.76	7.39	4.64
2	224.68	42.41	26	11.57	14.75	2.93
3	255.07	48.14	15	5.88	16.74	-0.43
4	284.41	53.67	13	4.57	18.67	-1.31
5	286.71	54.11	12	4.19	18.82	-1.57
6	268.73	50.72	8	2.98	17.64	-2
Total	1432.20	--	94	6.56	94.00	
$\chi^2$						39.74**

Mayo de 1997						
Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	180.6	51.12	284	157.25	194.24	6.44
2	233.3	66.05	325	139.31	250.93	4.68
3	238.74	67.59	356	149.12	256.78	6.19
4	221.94	62.83	260	117.15	238.71	1.38
5	193.47	54.77	164	84.77	208.09	-3.06
6	235.47	66.66	13	5.52	253.26	-15
Total	1303.52	--	1402	107.55	1402.00	
$\chi^2$						340.85**

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  siete grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 14.067

Junio de 1997						
Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s <sup>-1</sup> )	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	105.95	29.99	73	68.90	17.30	13.39
2	177.34	50.2	57	32.14	28.95	5.21
3	179.79	50.89	26	14.46	29.35	-0.62
4	223.92	63.39	30	13.40	36.56	-1.08
5	228.57	64.71	25	10.94	37.32	-2.02
6	252.41	71.46	35	13.87	41.21	-0.97
7	273.03	77.29	16	5.86	44.58	-4.28
8	231.09	65.42	11	4.76	37.73	-4
Total	1672.10	--	273	16.33	273.00	
$\chi^2$						250.33**

Continuación Tabla 18.

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  tres grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 7.815

Agosto de 1997

Número de lances (n)	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s-1)	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	338.86	63.95	4741	1399.10	3143.93	28.48
2	135.22	38.28	1283	948.82	1254.56	0.80
3	90.16	25.53	382	423.69	836.50	-15.71
4	162.86	30.74	340	208.77	1511.01	-30.12
Total	727.10	--	6746	927.80	6746.00	
$\chi^2$						1966.39**

Octubre de 1997

Número de lances	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s-1)	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	383.97	72.48	1762	458.89	1098.06	20.04
2	394.87	74.52	927	234.76	1129.24	-6.02
3	453.9	85.67	1187	261.51	1298.05	-3.08
4	368.09	104.22	702	190.71	1052.65	-10.81
Total	1600.83	--	4578	285.98	4578.00	
$\chi^2$						563.97**

A un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  con  $(n - 1)$  cinco grados de libertad, el valor del cuantil correspondiente  $W_{0.95}$  de una distribución de  $\chi^2$  es 11.07

Noviembre de 1997

Número de lances	Vol filtrado $W_i$ (m <sup>3</sup> )	Vel corriente media $V_i$ (cm s-1)	No de org. Capturados (Ni)	Densidad org. (N * 100 m <sup>3</sup> )	Captura esperada (Ci)	Residual estándar (Rei)
1	130.45	24.62	48	36.80	16.85	7.59
2	379.16	71.56	44	11.60	48.99	-0.71
3	420.19	79.31	46	10.95	54.29	-1.13
4	259.08	73.35	9	3.47	33.47	-4.23
5	263.77	74.67	10	3.79	34.08	-4.12
6	397.17	74.95	82	20.65	51.32	4
Total	1849.82	--	239	12.92	239.00	
$\chi^2$						112.58**

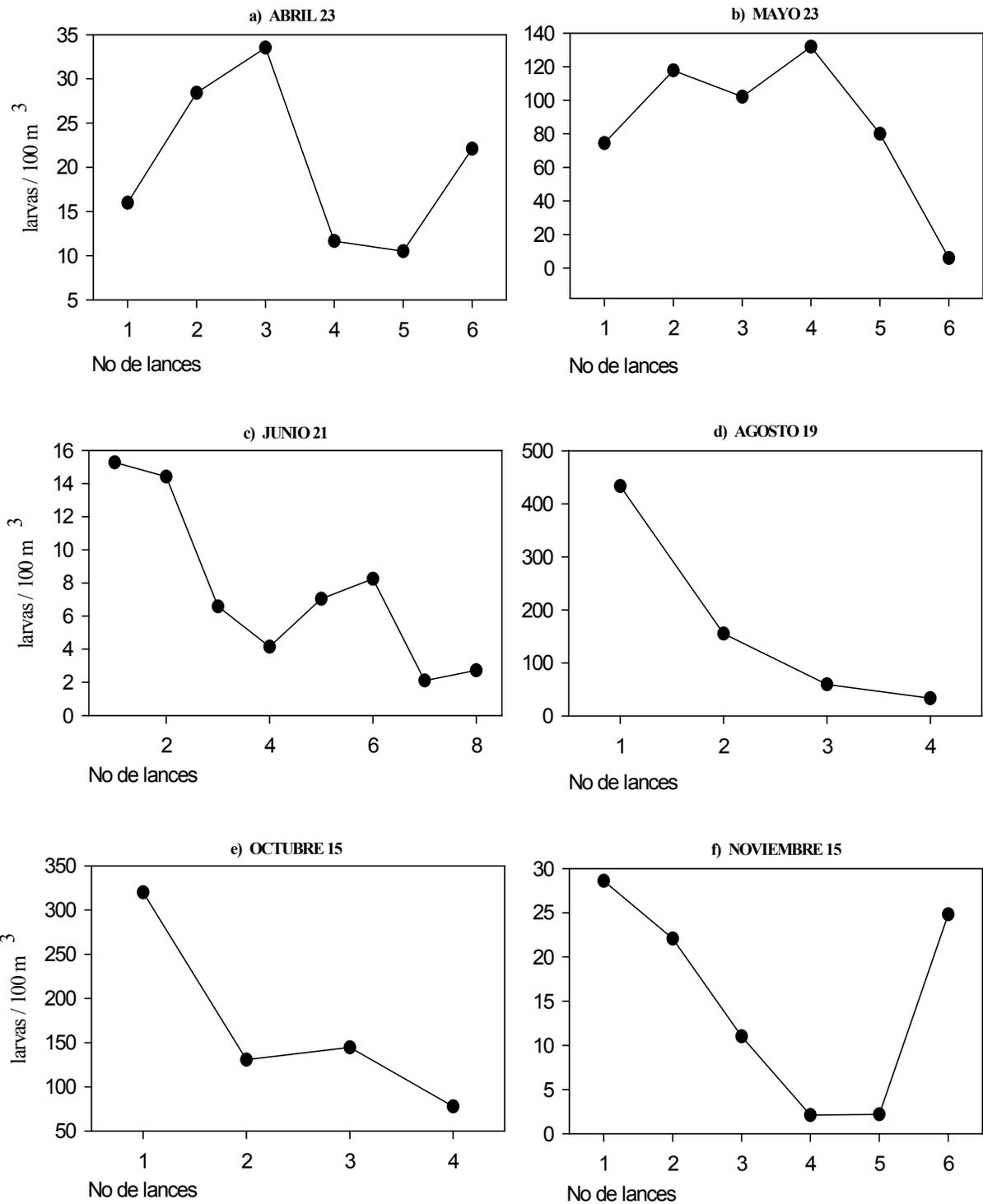


Fig. 16. Larvas/100 m<sup>3</sup> de *Farfantepenaeus duorarum* por número de lance en la Boca de Santana de abril a noviembre de 1997.

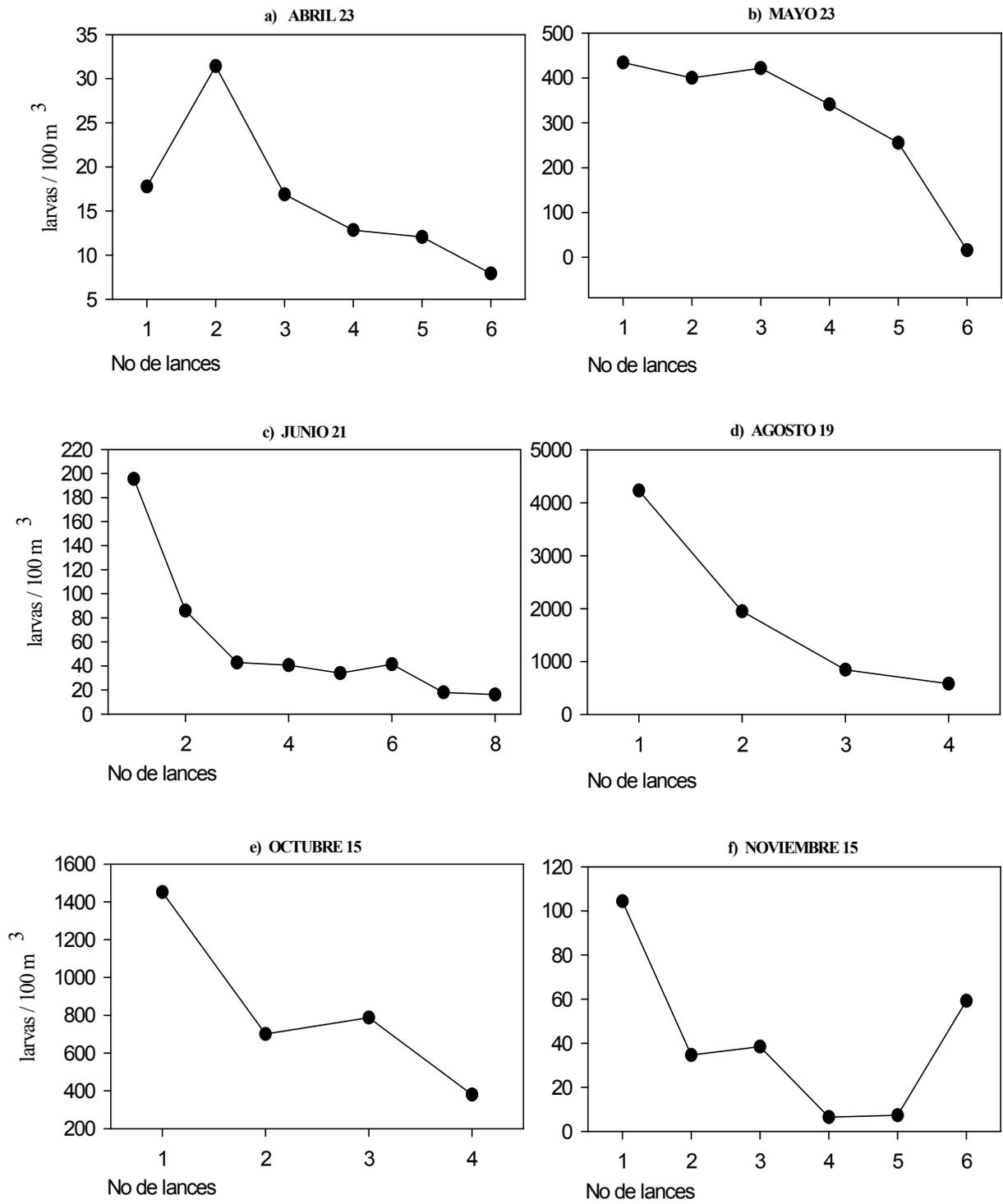


Fig. 17. Larvas/100 m<sup>3</sup> de *Litopenaeus setiferus* por número de lance en la Boca de Santana de abril a noviembre.

## DISCUSIÓN

La mayoría de las especies estuarino-dependientes constituyen un importante recurso pesquero, algunas especies de peces como los clupeidos y engraulidos son notablemente abundantes y constituyen un recurso económico, dado que se pescan para la elaboración de harina o como producto seco conocido como charal (Olvera-Limas y Cid del Prado, 1983).

Johnson (1978) menciona que el desove de especies de sciánidos como *Bairdiella chrysoura*, *Cynoscion nebulosus*, *Larimus fasciatus* y *Stellifer lanceolatus* en el Golfo de México ocurre de mayo a octubre. Tapia-García *et al.* (1988a, 1988b) señalan que las especies *Cynoscion nothus* y *C. arenarius* presentan madurez gonádica desde el mes de marzo hasta octubre. Sánchez-Velasco *et al.* (1996) obtienen las mayores densidades de larvas en la época de lluvias (mayo a septiembre) para la zona costera de Laguna de Términos

La familia Sciaenidae comprende especies de importancia comercial y recreativa (Peters y McMichael, 1987; Flores-Coto y Warlen, 1993); algunas de las cuales, conocidas como corvinas, se distribuyen a lo largo de las costas occidentales del Atlántico (Flores-Coto y Warlen, 1993); y su área de desove ocurre cerca de la costa, desde donde las larvas son arrastradas hacia las áreas de crianza a través de las bocas de las lagunas costeras y estuarios (Weinstein *et al.*, 1980; Cowan y Shaw, 1988).

El Orden Pleuronectiformes comprende ciertas especies de gran importancia comercial (Powell y Schwartz, 1979) y/o ecológica, y debido a su abundancia y diversidad juegan un papel relevante en las interacciones depredador y presa dentro de la comunidad béntica (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil 1986). Algunas especies se distribuyen a lo largo de la costa occidental del Atlántico (Burke *et al.*, 1991; Munroe, 1998), en la cual se efectúa el desove desde donde las larvas se separan de los adultos y son transportadas hacia las áreas de crianza (Jager, 1999).

Los camarones peneidos son un importante recurso a nivel regional y nacional; capturados tanto en la parte oceánica como en los sistemas estuarinos (Orbe y Arias, 1987; Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997; Gracia-Gasca 1997). La época de desove de algunas especies estuarino-dependientes del Golfo de México inician en marzo y abril y pueden prolongarse hasta noviembre o diciembre, como es el caso de los camarones peneidos *Litopenaeus setiferus* y *Penaeus aztecus* (Yap *et al.*, 1987; Gracia-Gasca *et al.*, 1997). Pearson (1939) y Cárdenas (1950) describen de manera general el ciclo de vida del género *Penaeus*, desde la cópula y desove en la zona nerítica donde los estadios larvarios se van desarrollando conforme derivan hacia la costa (Yap *et al.*, 1987) hasta el estadio de postlarva, fase en la que inician la migración hacia el área de crianza como en el caso de *Litopenaeus setiferus* (Wenner *et al.*, 1998).

### **Ciclo de abundancia**

Las especies estuarino-dependientes seleccionadas para su análisis por su abundancia, tuvieron alguna correspondencia con los antecedentes en el área de estudio. Así *B. chrysurus* y *C. arenarius* registraron las mayores densidades en junio y agosto (Fig. 8b), lo que concordó con lo señalado por Tapia-García *et al.* (1988a, 1988b) y Sánchez-Velasco *et al.* (1996), quienes mencionaron que el principal período de madurez gonádica y densidad de larvas ocurre de forma general de mayo a septiembre. Flores-Coto y Pérez-Argudín (1991) en su estudio de inmigración de larvas a la Laguna de Términos registraron las máximas abundancias de estas especies y de *S. lanceolatus* en abril. Sobre la plataforma continental González-Félix (1994) registró la presencia escasa de *B. chrysurus* en febrero y junio y ausente en verano-otoño, al contrario de *C. arenarius* y *S. lanceolatus* que ocurrieron todo el año, pero sus mayores densidades se registraron en septiembre y noviembre y en noviembre y febrero respectivamente.

Entre los peces planos la mayor densidad de *C. spilopterus* se registró en junio y agosto y *A. lineatus* de mayo a agosto. Flores-Coto *et al.* (1991) registraron la presencia de larvas de *A. lineatus* en agosto, excepto por este hecho el resto de sus antecedentes no corresponden con los resultados, así Sánchez-Velasco *et al.* (1996) registraron la presencia de *C.*

*spilopterus* únicamente en enero y septiembre, con mayor número de larvas en septiembre y *A. lineatus* lo capturó de marzo a julio con las mayores densidades en mayo. Sobre la plataforma continental González-Félix (1994) registró la presencia de *A. lineatus* en forma muy escasa de junio a noviembre, con una mayor abundancia en septiembre, en tanto *C. spilopterus* ocurre todo el año, con mayor densidad en junio.

En lo referente a los camarones peneidos (*L. setiferus* y *F. duorarum*) las mayores densidades se registraron en agosto y octubre. Gracia-Gasca *et al.*, 1997 mencionan que estas especies ingresan a la Laguna de Términos durante todo el año con las mayores densidades de junio a enero, lo cual concuerda con lo registrado en el presente estudio.

La discrepancia entre algunos de los meses de máxima abundancia de estas especies entre este y trabajos anteriores, puede atribuirse tanto a diferencias en el hábitat como en los meses y/o periodos muestreados, no obstante la concordancia en términos de periodos es aceptable.

Las menores densidades de larvas de las especies seleccionadas de peces y camarones ocurrieron en los meses de abril y noviembre (inicio y fin del ciclo de muestreo) y las mayores en los meses intermedios, generalmente de junio a octubre. Lo anterior permite no solamente refrendar la premisa que llevó a muestrear sólo en estos meses, sino a dar una base mas fuerte a futuros programas de monitoreo.

## **Factores que influyen en el proceso de reclutamiento**

### **Salinidad y temperatura**

La Boca de Santana es una entrada de tipo permanente, la cual se puede clasificar de acuerdo a su estratificación en el momento del muestreo como una boca bien mezclada (Dyer, 1979). Su ancho y profundidad son estables debido a la creación de escolleras (Vázquez-Gutiérrez, 1994). Las corrientes de marea son sin duda el factor más importante en el proceso de intercambio de materia, energía y proceso de mezcla (Zijlstra, 1988).

De acuerdo a los resultados, las diferencias de temperatura y salinidad fueron muy pequeñas en la columna de agua y durante el tiempo de muestreo de cada mes, lo que se puede atribuir al proceso de mezcla (Figs. 6 y 7, Tablas 1 y 2), las máximas diferencias de temperatura y salinidad en un período de muestreo fueron de 2.1 °C en junio y de 5.5 ups en mayo.

La variación de la temperatura a lo largo del período de muestreo fue menor a lo registrado por Rodríguez-Espinosa (1982) para la misma boca, quien registró valores entre 21.0 y 30.8 °C. La variación de salinidad fue mayor, a la reportada por ese autor, quien registró de 36 a 38 ups. Estas diferencias se explican por los diferentes periodos de muestreo en ambos trabajos.

Dados los estrechos límites de variación de la temperatura y la salinidad señalados arriba, las diferencias entre niveles de colecta y entre lances a lo largo de cada período de muestreo, no fueron significativas. Puede por tanto establecerse que estos parámetros no juegan un papel determinante en el paso de las larvas de peces y camarones a través de la Boca de Santana.

Diversos estudios sobre los mecanismos de migración y el reclutamiento de larvas de peces y camarones a estuarios han atendido al transporte por corriente de marea; en todos, los resultados son similares a los del presente trabajo, esto es, ni la salinidad ni la temperatura parecen jugar un papel en el paso de las larvas a través de las bocas (Poli, 1983; Boehlert y Mundy, 1988, Pietrafesa y Janowitz 1988; Almaral-Mendivil y Ordóñez-López, 1999; Joyeux, 1999). Cabe mencionar de manera particular por la cercanía en las zonas de estudio, el trabajo de Arenas-Mendieta y Yáñez-Martínez (1981), quienes investigaron el reclutamiento de larvas de camarón a la Laguna de Términos, a través de la boca Puerto Real; ellos mencionan a la salinidad y a la temperatura como factores secundarios, los cuales no intervienen directamente en la inmigración de las postlarvas de camarón.

La salinidad parece jugar un papel más importante fuera de las bocas como guía o estímulo para que las larvas inicien su migración hacia los estuarios (Boehlert y Mundy, 1988, Pietrafesa y Janowitz 1988). Sin embargo, en este estudio no parece haber correspondencia entre los ciclos de abundancia de larvas de peces y camarones con los datos de salinidad; así mientras las larvas presentaron sus mayores abundancias en agosto y octubre, estos fueron los meses de mayor oscilación de salinidad con la mayor en agosto y la menor en octubre.

### **Tallas de ingreso**

La migración de las larvas de peces y camarones está relacionada con su tamaño (Boehlert y Mundy, 1988). Comenzando con un transporte netamente pasivo, en este proceso las tallas pequeñas tienen capacidad de nado muy limitada sobre la fuerza de la corriente más débil (Joyeux, 1998) posteriormente es seguida por la selección de una masa de agua particular y finalmente por nado activo. El estado de transición de migración pasiva a activa depende de la capacidad de la especie de moverse o dispersarse en un ambiente dado.

En la costa atlántica de los Estados Unidos, para especies como *Leiostomus xanthurus* y *Brevoortia patronus* que desovan fuera de la plataforma continental y desde ahí se mueven hacia los estuarios, se ha registrado que las tallas de las larvas al reclutarse al estuario varían dependiendo de la distancia entre la boca del estuario y el área de desove, esto es, a mayor distancia, más lejos más grandes serán las tallas de reclutamiento y también varían con el mes, ya que las aguas cálidas de la Corriente del Golfo, donde aparentemente desovan, puede estar más o menos cerca de la costa a lo largo del año (Miller *et al.*, 1984; Flores-Coto y Warlen, 1993; Hettler y Barker, 1993;). Así por ejemplo algunas especies estuarino-dependientes migran alrededor de 100 km para llegar a las bocas o para poder ingresar a los sistemas estuarinos (Miller *et al.*, 1984).

Warlen y Burke (1990) registraron tallas de peces en su período de migración al estuario, de *L. xanturus*, y *M. undulatus* de 12.1 a 18.7 y de 7.6 a 12.6 mm de longitud estándar respectivamente; asimismo, Flores-Coto y Warlen, (1992) mencionan para *L. xanthurus* talla promedio de 1.6 mm en el área de desove y de 17.2 mm en la zona reclutamiento. Como sea las tallas y su variación de esta especie es mayor que las especies de peces registradas en el presente trabajo, lo que es atribuible al hecho de que las especies estuarino dependientes en nuestra área de estudio, desovan en áreas relativamente cercanas a la costa (Yap *et al.*, 1987; Flores-Coto, 1988; Flores-Coto *et al.*, 1991; Sánchez-Velasco *et al.*, 1996).

Las especies de la familia Sciaenidae registraron tallas promedio de 2.26, 2.98 y 2.92 mm para *B. chrysoura*, *C. arenarius* y *S. lanceolatus* en el período de estudio, mientras que los peces planos *C. spilopterus* y *A. lineatus* registraron tallas promedio de 7.91 y 2.26 mm respectivamente; asimismo los camarones presentaron una talla promedio de 9.25 mm.

*Litopenaeus setiferus* y *Farfantepenaeus duorarum* están presentes en todo el período de estudio, con tallas que oscilan de 5.14 a 11.61 mm, y de 5.10 a 11.3 mm de longitud patrón respectivamente; el promedio de tallas de ingreso es de 9.25 mm de longitud estándar en ambas especies. El 78% de las tallas registradas fue superior a los 9 mm. Espinosa-Fuentes (1997) registró las tallas pequeñas (1.0 a 2.8 mm de longitud total) sobre la plataforma media; y las mayores (9, 10 y 11 mm de longitud total) en estaciones cercanas a la desembocadura del sistema Grijalva-Usumacinta y Laguna de Términos, de las especies *Litopenaeus setiferus*, *Penaeus aztecus* y *Farfantepenaeus duorarum*.

Álvarez-Noguera *et al.* (1987) registran la presencia de *Farfantepenaeus duorarum* en el interior de la laguna de Términos, con tallas entre 10 y 20 mm en una estación cercana a la Boca del Carmen, y entre 20 y 40 mm en otra al interior de la laguna.

Arenas-Mendieta y Yáñez-Martínez (1981) registraron tallas de ingreso que oscilan entre 5.0 y 9.5 mm para *Litopenaeus setiferus*, y tallas de 6.5 a 11.5 mm para *Farfantepenaeus*

*duorarum* en la Boca de Puerto Real. De la misma forma Alarcón-Daowz, (1986) registró para *Litopenaeus setiferus* una talla promedio de 6.5 a 8.2 mm de longitud total, con un promedio anual de 7.6 mm; asimismo Gracia-Gasca (1989) registró las tallas mayores en noviembre y febrero (8.5 mm), y las más pequeñas en mayo (5.6 mm) para la misma especie.

### **Distribución vertical**

De las catorce especies identificadas (Tabla 6) sólo se analizó la distribución vertical de las especies más abundantes: *Bairdiella chrysoura*, *Cynoscion arenarius*, *Citharichthys spilopterus*, *Achirus lineatus*, *Litopenaeus setiferus*, y *Penaeus duorarum*. La variabilidad mensual de abundancia en la Boca hacia el sistema estuarino fue grande dependiendo básicamente de la época de desove.

Frecuentemente los estudios sobre la distribución de plancton enfrentan la carencia de métodos estadísticos con los cuales analizar los datos; en otras ocasiones se aplican métodos convencionales sin la referencia a las suposiciones subyacentes (McCleave *et al.* 1987). En el presente estudio se aplicó la prueba de  $\chi^2$  de acuerdo al trabajo de McCleave *et al.* (1987).

El análisis estadístico muestra que el ingreso de las larvas por una determinada profundidad (0.5; 3.5 y 6.5 m) es variable según la especie analizada. *Bairdiella chrysoura* presentó diferencias significativas en junio y agosto con su mayor ingreso por media agua y fondo respectivamente. *Cynoscion arenarius* también presentó diferencias significativas en dos meses, agosto y septiembre, con las mayores densidades penetrando por el fondo. Los peces planos (*C. spilopterus* y *A. lineatus*) presentaron diferencias significativas en junio y agosto con sus mayores densidades ingresando por media agua. Por último, los camarones peneidos (*F. duorarum* y *L. setiferus*) que presentaron diferencias significativas en todos los meses de muestreo, al parecer ingresan indistintamente por la columna de agua, esto es

en algunos meses el ingreso se presentó por superficie (0.5 m), otros por media agua (3.5 m) y otros por el fondo (6.5 m).

Estos resultados concuerdan con lo señalado por algunos autores como McCleave y Kleckner (1982), Joyeux (1998), Raynie y Shaw (1994), quienes mencionan que la principal zona de ingreso de diversas especies de peces al usar las corrientes de marea es por el nivel de media agua y fondo. Por otro lado, Almaral-Mendivil y Ordóñez-López (1999) y Poli (1983) registraron que las larvas de camarón ingresaron indistintamente en la columna. Puede concluirse entonces que en tanto las larvas de camarón penetran indistintamente por la columna de agua, mientras las larvas de peces parecen tener una tendencia a penetrar por media agua y fondo.

Sin embargo, cabe mencionar que los meses en que se registraron diferencias significativas para las larvas de las especies de peces arriba mencionadas (junio y agosto), corresponden a los meses en que presentaron sus mayores abundancias. Las especies de camarón que tuvieron diferencias significativas en todos los meses de muestreo, registraron su mayor abundancia en agosto y octubre, y en estos meses su mayor ingreso fue por media agua; en tanto en el resto de los meses el mayor ingreso ocurrió por el fondo o por superficie.

El hecho de que la abundancia de larvas de camarones en cualquiera de los meses fue mucho mayor que la de las larvas de las especies de peces analizadas, parece indicar que la abundancia tiene un papel importante en las diferencias significativas de penetración de las larvas por alguno de los niveles.

## **Variación de la densidad de larvas de las especies seleccionadas a través del lapso de muestreo**

En la literatura se tienen trabajos que refieren que la mayor entrada de larvas de especies estuarino-dependientes ocurre en los momentos de mayor velocidad de corriente (Flores-Coto, 1987; Flores-Coto y Pérez-Argudín 1991; Kingsford y Suthers 1996; Almaral-Mendivil y Ordoñez-López 1999; Churchill *et al.*, 1999; Jager, 1999). Sin embargo, no hay referencias sobre las diferencias entre tiempo inicial y final del lapso de alta velocidad.

En el proceso de reclutamiento de las especies estuarino-dependientes se pueden reconocer dos fases de movimiento que Harden Jones (1968) describe como un circuito de migración de las larvas desde el área de desove hasta la de crianza. La primera fase cuando las larvas son típicamente planctónicas, comprende un desplazamiento básicamente pasivo hacia la costa (advección o deriva), a través de una corriente residual (Nelson *et al.*, 1977; Miller *et al.*, 1984). La segunda fase es la acumulación de larvas cerca de las bocas de los estuarios (Boehlert y Mundy, 1988; Lyczkowski-Shultz *et al.*, 1990; Rosenberg 1982; Miller *et al.*, 1984; Flores-Coto y Warlen, 1993). En esta fase muchas de las especies estuarino-dependientes tienen un cambio de hábitat y se vuelven epibénticas (Flores-Coto y Warlen, 1993). Esta acumulación es muy importante ya que asegura a las larvas el éxito de su ingreso a las áreas de crianza con las corrientes de marea.

De acuerdo a lo anterior las larvas que emplean las altas velocidades de los flujos de marea serán más abundantes al principio que al final del ciclo. Esta idea sin embargo debe estar condicionada por la propia distribución de los organismos fuera de la boca, ya que no necesariamente todas las larvas fueron afectadas de con la misma intensidad por los factores que determinan su ciclo de emigración a las áreas de crianza.

Los resultados de este estudio corresponden con estos conceptos, pues de aquellos meses en que hubo diferencias significativas entre los lances, los valores del residual estándar indican que las larvas de las especies analizadas penetraron con la mayor densidad al inicio o poco

después en tanto hacia el final del lapso de mayor velocidad de corriente las densidades son considerablemente menores.

Los resultados indican que las larvas de *L. setiferus* y *F. duorarum* ingresaron en gran número desde el inicio del lapso de alta velocidad, en tanto los peces lo hacen un poco después, pero dentro de la primera mitad del mencionado lapso. Esto es parte de la estrategia de ingreso de las especies estuarino-dependientes y debe estar relacionado con el éxito del ciclo de vida de camarones, ya que al penetrar desde el primer momento del lapso de alta velocidad de la corriente de marea, aseguran su ingreso a la zona de crianza, incluso una mayor penetración en el área, que favorezca su rápido desplazamiento hacia lugares seguros antes de ser llevados hacia fuera por el reflujó. Los mecanismos que aseguran a las larvas permanecer en la zona de crianza han sido ampliamente estudiados por varios autores (Weinstein *et al.*, 1980, Bergman *et al.*, 1989, Burke *et al.*, 1991, Drake y Arias 1991).

## CONCLUSIONES

En el periodo de junio a octubre se registraron las mayores densidades de larvas de peces y camarones, en tanto las menores se registraron en abril y noviembre, esto permite no solo refrendar la premisa que llevó a muestrear sólo en estos meses, sino a dar una base mas fuerte a futuros programas de seguimiento.

Las dos especies de camarones determinadas, se registraron en todos los meses muestreados; *L. setiferus* presentó la mayor densidad de larvas con 13,617 larvas/100 m<sup>3</sup>; en tanto *F. duorarum* registró una densidad de sólo 2,140 larvas/100 m<sup>3</sup>. Ambas especies presentaron sus máximas densidades en agosto y octubre: El promedio de tallas de ingreso es de 9.25 mm de longitud estándar en ambas especies, donde el 78% de las tallas fue superior a los 9 mm.

La temperatura (24.9 a 29.0° C) y la salinidad (28.0 a 36.3 ups) registraron estrechos límites de variación en la columna de agua, las diferencias entre niveles de colecta y entre lances a lo largo de cada período de muestreo, no fueron significativas. Puede por tanto establecerse que estos parámetros no juegan un papel determinante en el paso de las larvas de peces y camarones a través de la Boca de Santana.

Las larvas de peces y camarones adoptan diferentes estrategias en su ingreso al área de crianza. Las larvas de la familia Sciaenidae se reclutan a la laguna principalmente por el nivel del fondo, las del orden pleuronectiformes lo hacen por el nivel de media agua y las larvas de camarón lo hacen indistintamente en cualquier nivel de la columna de agua.

Las larvas de peces y camarones ocupan principalmente la primera parte del lapso de alta velocidad de corriente del flujo, para su ingreso al área de crianza, las larvas de camarón ingresan desde los primeros momentos, por lo que generalmente se registraron sus mayores densidades en el primer lance, en tanto las larvas de peces presentaron su mayor densidad en el segundo o tercer lance.

El ingreso de las larvas de camarón, desde el inicio de lapso de alta velocidad de la corriente de flujo, es parte de su estrategia que asegura su ingreso a las áreas de crianza.

El ingreso de las larvas en el lapso de alta velocidad depende de la distribución de la abundancia fuera de la boca.

## LITERATURA CITADA

- ALARCÓN-DAOWZ, G. 1986. Estratificación de las postlarvas planctónicas de camarones peneidos durante la inmigración a través de la Boca de Puerto Real, Laguna de Términos. Tesis profesional. Fac. Cienc. 78 p.
- ALMARAL-MENDÍVIL, A. R., y ORDOÑEZ-LÓPEZ, U. 1999. Influencia del flujo de marea en la migración de *Farfantepenaeus stylirostris* en la Boca de Ceuta, Sinaloa, México. *Rev. Biol. Trop.* **47** (supl. 1): 81-89.
- ÁLVAREZ-GUILLÉN, H., YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. y LARA-DOMÍNGUEZ, A. L. 1985. Ecología de la Boca del Carmen, Laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces (sur del Golfo de México). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, **12** (1): 107-144.
- ÁLVAREZ-NOGUERA, F., GRACIA-GASCA, A., y SOTO-GONZÁLEZ, L. A. 1987. Crecimiento y mortalidad de las fases estuarinas del camarón rosado *Penaeus (farfantepenaeus)* duorarum Burkenroad, 1939 en la Laguna de Términos, Campeche, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, **14** (2): 207-220.
- ANÓNIMO, 1979. Dirección General de Oceanografía. Calendario gráfico de predicción de mareas en Ciudad el Carmen, Campeche. Instituto de Geofísica de la UNAM.
- ARENAS-MENDIETA, M. R. y YÁÑEZ-MARTÍNEZ, A.. 1981. Patrón anual de inmigración de postlarvas de camarón (Crustácea: Decapoda: Penaeidae), en la Boca de Puerto Real, Laguna de Términos Campeche. Tesis profesional. Fac. Cienc. 92 p.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., SCHULTZ-RUIZ, L. E., GRACIA-GASCA, A., SÁNCHEZ, J. A., y ALARCÓN, T. 1997. Las pesquerías del camarón de Altamar: Explotación, Dinámica y Evaluación. P. 145-172 In: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J. C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (Eds.) Análisis y diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 7. 469 p.
- BOEHLERT, G. W. y MUNDY, B. C. 1988. Roles of behavioral and physical factors in larval and juvenile fish recruitment to estuarine nursery areas. pp. 51-67. In: M. P. Weinstein. (Ed.), Larval fish and shellfish transport through inlets. American Fisheries Society Symposium 3. Bethesda, Maryland.
- BERGMAN, M. J. N., VEER H. W VAN DER,., STAM A. y ZUIDEMA, D. 1989. Transport mechanisms of larval plaice (*Pleuronectes platessa* L.) from the coastal zone into the Wadden sea nursery area. *Rapp. P. V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer.* **191**: 43-49.

- BOTELLO, V. A., GONZÁLEZ, C. y DIAZ G. 1991. Pollution by petroleum hydrocarbons in sediments from continental shelf of Tabasco State, México. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **47** (4): 565-571.
- BURKE, J. S., MILLER J. M. y HOSS D. E. 1991. Immigration and settlement pattern of *Paralichthys dentatus* and *P. lethostigma* in an estuarine nursery ground, North Carolina, U. S. A.. *Neth. J. Sea Res.* **27** (3/4): 393-405.
- BURRESON, E. M., VIDAL-MARTÍNEZ, V. y SIMA-ÁLVAREZ, R. 1993. *Perkinsus marinus* as a source of oyster mortality in coastal lagoons in Tabasco, Mexico. *J. Shellfish Res.* **12** (1): 126.
- BURRESON, E. M., SIMA-ÁLVAREZ, R., VIDAL-MARTÍNEZ, V. y AGUIRRE-MACEDO, L. 1994. *Perkinsus marinus* (Apicomplexa) as a potential source of oyster (*Crassostrea virginica*) mortality in coastal lagoons of Tabasco, Mexico. *Dis. Aquat. Org.*, **20** (1): 77-82.
- CÁRDENAS, F. M. 1950. Contribución al conocimiento de la biología de los peneidos del Noroeste de México. Tesis. Esc. Nal. Cienc. Biol. Inst. Politécnico Nacional, México, 76 p. (In :Calderón Pérez, 1977)
- CARR, W. y ADAMS, C. 1973. Foods habits of juvenile marine fishes occupying seagrass beds in the estuarine zone near crystal river, Florida. *Trans. Amer. Fish. Soc.* **102** (3): 511-540.
- CASTRO-AGUIRRE, L. 1986. Efecto de algunas variables meteorológicas sobre la producción pesquera de tres lagunas costeras de Tabasco, México. *An. Esc. Nal. Cienc. Biol. Méx.* **30**: 191-209.
- CHURCHILL, J. H., BLANTON, J. O., HENCH J. L., LUETTICH, R. A Jr. y WERNER, F. E. 1999. Flood tide circulation near Beaufort inlet, North Carolina: Implications for larval recruitment. *Estuaries* **22** (4): 1057-1070.
- COWAN J. H. JR y SHAW, R. F 1988. The distribution, abundance, and transport of larval sciaenids collected during winter and early spring from the continental shelf waters off west Louisiana. *Fish. Bull.* **86** (1): 129-142.
- DAY, J. W., DAY, R. H., BARREIRO, M. T., LEY-LOU, F. y. MADDEN, C. J. 1982. Primary production in the Laguna de Términos, a tropical estuary in the Southern Gulf of México. *Oceanologica Acta, Actes Symposium International Sur les Lagunes Cotieres* 269-276.
- DeLANCEY, L. B., JENKINS, J. E. y WHITAKER, J. D. 1994. Result of long-term, seasonal sampling for *Penaeus* postlarvae at Breach inlet, South Carolina. *Fish. Bull.* **92** (3):633-640.
- DRAKE P. y ARIAS, A.M. 1991. Ichthyoplankton of a shallow coastal inlet in southwest Spain: Factors contributing to colonization and retention. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* **32**: 347-364.

- DRONKES, J. 1988. Inshore/offshore water exchange in shallow coastal systems. pp. 3-39 In Bengt-Owe J. (Ed.). Lecture notes on Coastal and Estuarine Studies. Vol 22 Coastal-offshore Ecosystem. Interacciones. 3-39.
- DYER, K. R. 1979. *Estuaries: A physical introduction*. ed. John Wiley & Sons. Great Britain. 140 p.
- ESPINOSA-FUENTES, Ma de la L. 1997. Patrones de distribución espacio-temporal de los estadios larvarios de camarones *Penaeus* en la Sonda de Campeche. Tesis maestría. Colegio de Ciencias y Humanidades, Unidad Académica de los Ciclos profesional y de Posgrado. UNAM. 69 pp.
- FLORES-COTO, C., DUCOING-CHAO, V., ZAVALA-GARCÍA, F., VELARDE-MÉNDEZ A. y MÉNDEZ-VELARDE, S.. 1987. Efecto de la marea en el paso de larvas de algunas especies de la familia Clupeidae (Pisces) en la Boca del Carmen, la Laguna de Términos, Campeche. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* **14** (1): 53-68.
- FLORES-COTO, C. 1988. Estudio comparativo de la estructura de la comunidad ictioplanctónica de tres lagunas costeras del sur del Golfo de México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México, Ser Zool.* **58** (2): 707-726.
- FLORES-COTO, C., ABUNDIO-LÓPEZ, F. y ZAVALA-GARCÍA, F. 1991. Larval distribution and abundance of Pleuronectiformes from the southern gulf of México. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* **32**, 439-450.
- FLORES-COTO, C. y PÉREZ-ARGUDÍN, M. 1991. Efecto de la marea en el paso de larvas de Sciaenidos (Pisces) en la Boca del Carmen, la Laguna de Términos, Campeche. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* **18** (1): 25-35.
- FLORES-COTO, C. y ZAVALA-GARCÍA, F. 1994. Un nuevo sistema para muestreo simultáneo de zooplancton en varios niveles, para zonas someras. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* **21** (1-2): 149-153.
- FLORES-COTO, C. y WARLEN, S. M. 1993. Spawning time, grow, and recruitmen of larval spot *Leiostomus xanthurus* into a North Carolina estuary. *Fish Bull.*, U. S. **91** : 8-22.
- FLORES-MORAN, M. 1984. Meroplancton de crustáceos en las lagunas costeras El Carmen - La Machona, Tabasco (1977-1978). Tesis profesional. Fac. Ciencias. UNAM. 43 p.
- FRÍAS-VALDEZ, A. y MORENO-CERVANTES, G. 1988. *Ingeniería de costas*. Ed LIMUSA. 339 p.
- GALLEGOS-CUPIL. J. F. 1985. Coelenterete hydromedusae: Sistemática, abundancia, distribución y variación estacional en lagunas costeras de Tabasco. Tesis profesional. Fac. Cienc. UNAM. 66 p.

- GARCÍA-GONZÁLEZ, S. J. 1989. Cuantificación de postlarvas de camarón *Penaeus spp.* durante su migración del mar a la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México (julio de 1983 - junio de 1984). *Inv. Mar. CICIMAR*. **4** (1): 117-121.
- GARCÍA DE MIRANDA, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de geografía, U. N. A. M., México. 84 p.
- GÓMEZ-ANGULO, H. 1978. Distribución de salinidades del sistema lagunar costero del Carmen-Pajonal-Machona de Tabasco, México. *Cienc. Mar.* **5** (2): 87-95.
- GONZÁLEZ-FELIX, M. L. 1994. Variación estacional de la composición, abundancia y distribución de las larvas de los ordenes Perciformes, Pleuronectiformes y Tetraodontiformes en el Sur del Golfo de México. Tesis profesional. Fac. Cienc. UNAM. 147 p.
- GRACIA-GASCA, A. 1989. Ecología y biología del camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) en la Laguna de Términos-Sonda de Campeche. Tesis doctorado. Fac. Cien. UNAM. 127 p.
- GRACIA-GASCA, A. 1996. White shrimp (*Penaeus setiferus*) recruitment overfishing. *Mar. Freshwat. Res.*, **47** : 59-65.
- GRACIA-GASCA, A. 1997. Pesquería Artesanal del Camarón. p. 173-184. *In*: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J. C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (Eds.) Análisis y diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 7. 469 p.
- GRACIA-GASCA, A., VÁZQUEZ-BADER, A., ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., SCHULTZ-RUIZ L. E. y SÁNCHEZ, J. A. 1997. Ecología de camarones peneidos. p. 127-144 *In*: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J. C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (Eds.) Análisis y diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 7. 469 p.
- GRAHAM, J. J. 1972. Retention of larval herring within the Sheepscot estuary of Maine. *Fish Bull.*, U. S. **70** : 299-305.
- GRANADOS-BERBER, A. y MORA, M. C. 1987. Algunas consideraciones sobre la biología del "camarón prieto" *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman 1836), en la cuenca del río González, Tabasco, México. Res. IX Congr. Nal. Zool. 78.
- GUTIÉRREZ-ESTRADA M. y GALAVIZ-SOLIS, A. 1983. Morfología y sedimentos recientes de las lagunas El Carmen, Pajonal y La Machona, Tabasco, Mexico. *An. Inst. Cienc. Mar. Limnol. Univ. Nac. Auton. Méx.* **10** (1): 249-268.
- HARDEN HONES, F. R. 1968. Fish migration. Arnold, London. 325 p.

- HARDEN JONES, F. R., GREER WALKER, M. y ARNOLD, G. P. 1978. Tactics of fish movements in relation to migration strategy and water circulation. In *Advances in oceanography*, pp. 185-207. Ed. By H. Charnock and Deacon. Plenum Press, New York. 356 p.
- HENRI, M., DODSON, J. J. y POWELS, H. 1985. Spatial configuration of young herring (*Clupea harengus harengus*) larvae in the St. Lawrence Estuary: importance of biological and physical factors. *Can. J. Aquat. Sci.*, 42 (Supp. 1), 91-104.
- HETTLER, W. F. Jr y BARKER, D. L. 1993. Distribution and abundance of larval fishes at two north Carolina inlets. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 37, 161-179.
- HOLT, S. A., HOLT, G. J. y ARNOLD R. A. 1989. tidal stream transport of larval fishes into non-stratified estuaries. *Rapp. P. Reun. Cons. int. Explor. Mer*, 191: 100-104.
- JAGER, Z. 1999. Selective tidal stream transport of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard (Ems Estuary). *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 49, 347-362.
- JOHNSON, G. D. 1978. *Development of fishes of the mid-atlantic bight. An atlas of egg, larval and juvenile stages*. Volume IV. Carangidae through Ehippidae. 314 p.
- JOYEUX, J. C. 1998. Spatial and temporal entry patterns of fish larvae into north Carolina Estuaries: Comparisons among one pelagic and two demersal species. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 47, 731-752.
- JOYEUX, J. C. 1999. The abundance of fish larvae in Estuaries: Within-tide variability at inlet and immigration. *Estuaries* 22 (4): 889-904.
- KINGSFORD, M. J. y SUTHERS, I. M. 1996. The influence of tidal phase on patterns of ichthyoplankton abundance in the vicinity of an estuarine front, Botany Bay, Australia. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 43, 33-54.
- LUNA-FAUSTO, J. F. 1994. Postlarvas de camarón *Penaeus aztecus* Ives y *P. setiferus* Linn. En la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias. 83 p.
- LYCZKOWSKI-SHULTZ, J., RUPLE, D. L., RICHARDSON S.L y COWAN, J. H. Jr 1990. Distribution of fish larvae relative to time and tide in a gulf of Mexico barrier island pass. *Bull. Mar. Sci.*, 46 (3): 563-577.
- MÉNDEZ-VELARDE Y VELARDE-MÉNDEZ, 1982 "Estudio del ictioplancton en la Boca del Carmen, Laguna de Términos, Campeche" Tesis profesional. Facultad de Ciencias. 77 p.

- McCleave, J. D. y Kleckner, R. C. 1982. Selective tidal stream transport in the estuarine migration of glass eels off the American eel (*Anguilla rostrata*). *J. Cons. Ciem.* **40** (3): 262-271.
- McCleave, J. D., Bedaux, J. J. M., Doucet, P. G., Jager, J. C., Jong, J. T. L. Van der Steen, W. J. y Voorzanger, B. 1987. Statistical methods for analysis of plankton and nekton distribution, with application to selective tidal stream transport of juvenile American eels (*Anguilla rostrata*). *J. Cons. Int. Explor. Mer.* **44**: 90-103.
- McHugh, J. L. 1975. Estuarine Fisheries: are they doomed? In *Estuarine Processes vol 1. Uses, stresses and Adaptation to the estuary* (Willey, M., Ed) Academic Press, N. Y., USA : 15-27.
- Miller, J. M., Reed, J. P. y Pietrafesa, L. J. 1984. Patterns, mechanisms and approaches to the study of migrations of estuarine-dependent fish larvae and juveniles. pp. 209-225. In J. D. McCleave. (Ed.), *Mechanisms of migration in fishes*. Ed. Plenum press. New York and London.
- Munroe, T. A. 1998. Systematics and ecology of tonguefishes of the genus *Symphurus* (Cynoglossidae: Pleuronectiformes) from the western Atlantic ocean. *Fish Bull* **96** (1): 1-182.
- Neira, F. J. y Potter, I. C. 1992. Movement of larval fishes through the entrance channel of a seasonally open estuary in Western Australia. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **35** (2): 213-224.
- Nelson, W. R., Ingham, M. C. y SchAAF, W. E. 1977. Larval transport and year-class strength of Atlantic Menhaden, *Brevoortia tyrannus*. *Fish Bull* **75** (1): 23-41.
- Olvera-Limas, R. M. y CID del Prado, A. 1983. Identificación de larvas y juveniles de las familias Engraulidae y Clupeidae, de las pesquerías de Puerto de Celestún, Yucatán. *Ciencia Pesquera*, Inst. Nal. Pesca Sría. Pesc. México, **4**: 1-13.
- Orbe, M. A. y Arias, A. 1987. *Métodos del cultivo del camarón en México*. Secretaría de Pesca. 30 p.
- Pearson, J. C. 1939. The early life histories of some American Penaeidae. Chiefly the Commercial shrimp *Penaeus setiferus* (Linn.). *Bull. Bur. Fish. Wash.*, **49** (30): 1-73.
- Peters, K. M. y McMichael, R. H. Jr 1987. Early life history of the red drum, *Sciaenops ocellatus* (Pisces: Sciaenidae), in Tampa Bay, Florida. *Estuaries*. **10** (2): 92-107.
- Pethick, J. S. 1980. Velocity surges and asymmetry in tidal channels. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **II**, 331-345.

- PIETRAFESA, L. J. y JANOWITZ, G. S.. 1988. Physical oceanographic processes affecting larval transport around and through north Carolina inlets. pp. 34-50. In. M. P. Weinstein. (Ed.), Larval fish and shellfish transport through inlets. American Fisheries Society Symposium 3. Bethesda, Maryland. USA.
- PINET, P. R. 1992. *Oceanography, an introduction to the planet oceanus*. 571 pp.
- RAYNIE, R. C. y SHAW, R. F. 1994. Ichthyoplankton abundance along a recruitment corridor from offshore spawning to estuarine nursery ground. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **39**, 421-450.
- RESÉNDEZ-MEDINA. A. 1979. Estudios ictiofaunísticos en lagunas costeras del Golfo de México y mar Caribe, (1966 y 1978). *An. Inst. Biol. UNAM 50 Ser. Zool.* (1): 633-646.
- RESÉNDEZ-MEDINA, A. 1980. Peces colectados en el sistema lagunar El Carmen-Machona-Redonda, Tabasco, México. *An. Inst. Biol. UNAM. 51. Ser. Zool.* (1): 477-504.
- RICHARDS, S. A., POSSINGHAM, H. P. y NOYE, B. J. 1995. Larval dispersion along a straight coast with tidal currents: complex distribution patterns from a simple model. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **122** : 59-71.
- RODRÍGUEZ-ESPINOSA, P. F. 1982. Impacto en las lagunas costeras Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco, México, a partir de la abertura de una boca artificial. Tesis Profesional. Fac. Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. UNAM. 107 p.
- RODRÍGUEZ-SANTIAGO. H. 1986. Bacterias coliformes en el procesamiento de ostiones (*Crassostrea virginica*) in Tabasco, México. *An. Inst. Cienc. Mar. Limnol. Univ. Nac. Autón. Méx.*, **13** (1): 445-448.
- POLI, C. R. 1983. Patrón de inmigración de postlarvas de *Penaeus* spp. (Crustácea: Decapoda, Penaeidae) en la Boca del río Baluarte, Sinaloa, México. Tesis doctorado. Ins. Cienc. Mar y Limnol. 181 pp.
- ROMERO-JARERO J. y RODRÍGUEZ-SANTIAGO, H. 1982. Niveles actuales de contaminación coliforme en el sistema lagunar del Carmen-Machona Tabasco. *An. Inst. Cienc. Mar. Limnol. Univ. Nac. Autón. Méx.*, **9** (1): 121-126.
- ROSENBERG, A. A. 1982. Growth of juvenile English sole, *Parophrys vetulus*, in estuarine and open coastal nursery areas. U. S. National Marine Fisheries Service. *Fish. Bull.* **80**: 245-252
- SÁNCHEZ-VELASCO, L., FLORES-COTO, C. y SHIRASAGO B. 1996. Fish larvae abundance and distribution in the coastal zone off Términos lagoon, Campeche (Southern gulf of Mexico). *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **43**, 707-721.

- SALVADORES-BALEDÓN, M. L., RESÉNDEZ-MEDINA, A. 1990. Modificaciones en la composición ictiofaunística del sistema lagunar El Carmen-Machona Tabasco, por la apertura de Boca de Panteones. *Universidad y Ciencia*. **7** (14): 5-13.
- SMITH, N. P. 1994. Long-term gulf-to Atlantic transport through tidal channels in the Florida keys. *Bull. Mar. Sci.*, **54**, (3): 602-609.
- TAPIA-GARCÍA, M., YÁNEZ-ARANCIBIA, A., SÁNCHEZ-GIL, P. y GARCÍA-ABAD, Ma. de la C. 1988. (a) Biología y ecología de *Cynoscion arenarius* Ginsburg, en las comunidades demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México (Pisces: Sciaenidae). *Rev. Biol. Trop.*, **36** (1): 1-27.
- TAPIA-GARCÍA, M., YÁNEZ-ARANCIBIA, A. SÁNCHEZ-GIL, P. y GARCÍA-ABAD, Ma. de la C. 1988. (b) Biología y ecología de *Cynoscion nothus* (Holbrook), en las comunidades demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México (Pisces: Sciaenidae). *Rev. Biol. Trop.*, **36** (1): 29-54.
- THOM, B. G. 1967. Mangrove Ecology and Deltaic geomorphology, Tabasco, México. *J. of Ecology.*, **55**: 301-343
- VÁZQUEZ-GUTIÉRREZ. F. 1994. *El sistema lagunar, El Carmen-Pajonal-la Machona del estado de Tabasco: Su hidrodinámica, la estabilidad de sus bocas y de su línea de costa*. México, UNAM, I. C. M. y L. 132 p.
- VÁZQUEZ-GUTIÉRREZ, F., FRAUSTO, A., GUTIÉRREZ-ESTRADA, M., y FERNÁNDEZ, H. 1995. Modelo hidrodinámico del sistema lagunar El Carmen-Pajonal La Machona, Tabasco, *GEO-UNAM*. **2**, (4): 12-14.
- VÁZQUEZ-GUTIÉRREZ. F., ELIAS, D. M., AGUAYO J. E. C., ALEJANDRO, B. SHARMA. V. K. 1996. Trace metal species in aquatic samples of the Tabasco Lagoons, Mexico. *Environ. Int.*, **22**:(3) 377-382.
- WARLEN, S. M. y BURKE, J. S. 1990. Immigration of larvae of fall/winter spawning marine fishes into north Carolina estuary. *Estuaries*. **13**, (4): 453-461.
- WEIHS, D. 1978. Tidal stream transport as an efficient method for migration. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* **38** (1): 92-99.
- WEINSTEIN, M. P., WEISS, S. L., HODSON, R. G. y GERRY, L. R. 1980. Retention of three taxa of postlarval fishes in an intensively flushed tidal estuary, Cape Fear River, North Carolina. *Fish. Bull.* **78**, (2): 419-436.
- WENNER, E., KNOTT, D., BLANTON, J., BARANS C. y AMFT, J. 1998. Roles of tidal and wind-generated currents in transporting white shrimp (*penaeus setiferus*) postlarvae through a South Carolina (USA) inlet. *J. Plankton Res.*, **20**, (12): 2333-2356.
- WHITAKER, W. 1975. *Comunities and Ecosystem*. 2nd ed. Mcmillan, USA, 257 p.

- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., y SÁNCHEZ-GIL, P. 1986. Los peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México. 1: Caracterización ambiental, ecología y evaluación de las especies, poblaciones y comunidades. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México*, Publ. Esp. **9**:1-230.
- YAP, W. G., APUD, F. D. y PRIMAVERA, J. H. 1987. Manual de cultivo de camarón. Traducción de Publicaciones-Dirección General de Comunicación Social de la Secretaría de Pesca, México 49 p.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4ª ed. Prentice Hall. 663p.
- ZIJLSTRA, J. J. 1988. Fish migrations between coastal and offshore areas. Lecture notes on Coastal and Estuarine Studies. Vol 22. B.-O. 257- 272. Jansson (Ed). Coastal-Offshore Ecosystem Interactions.